RADIO UND FERNSEHEN

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO, FERNSEHEN, ELEKTROAKUSTIK UND ELEKTRONIK

5. JAHRG. 13 JULI 1956



VERLAG DIE WIRTSCHAFT BERLIN NO 18

Titelbild:

Abschlußprüfung eines Fernsehservice-Lehrgangs der Handwerkskammer Halle.

Aufnahme: Rehboldt

Die Kurzwellenausbreitung im Mai 1956 und Vorschau für Juli 1956

Herausgegeben vom Heinrich-Hertz-Institut der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

Ausbreitungsbericht Mai 1956

Der Berichtsmonat brachte einen neuen Anstieg der Sonnenfleckenrelativzahlen. Der Mittelwert lag mit $\overline{R} = 136$ erheblich über dem des Vormonats. Der Maximalwert des Monats von $\overline{R} = 186$ wurde am 8. 5. beobachtet.

Im Zusammenspiel zwischen den Kennziffersummen und dem Grenzfrequenzabfall zeigen sich bereits bekannte Zusammenhänge. Die erste Dekade war sowohl erdmagnetisch als auch ionosphärisch nur unbedeutend gestört. In der zweiten Dekade begannen die Störungserscheinungen mit einer stärkeren Unruhe des Erdmagnetfeldes am 12. 5. Während an diesem Tage die F_2-Grenzfrequenzen eine ausgesprochen positive Phase zeigten, sanken sie am folgenden Tage erheblich unter den vorhergesagten Mittelwert. Der 14. war wieder erdmagnetisch und ionosphärisch ruhig. Am 15. zeigte sich magnetische Unruhe und am 16. und 17. eine starke Ionosphärenstörung. (In der Nacht vom 16. zum 17. waren wegen der starken Störung zeitweise keine Grenzfrequenzen mehr meßbar.) Eine weitere Ionosphärenstörung wurde am 21. 5. beobachtet, nachdem am Tage vorher auch die magnetische Unruhe zugenommen hatte. Am 23. abends kündigte wiederum erhöhte magnetische Unruhe den folgenden Ionosphärensturm an, der bis zum 26. andauerte. Schließlich wurde noch am 30. ein mäßiger Ionosphärensturm, begleitet von schwacher magnetischer Unruhe, beobachtet.

Die Intensität der sporadischen E-Schicht war teilweise recht erheblich, so daß sich wieder häufig gute short-skip-Bedingungen ergaben.

Die Dämpfung in der Ionosphäre war stark wechselnd. Mögel-Dellinger-Effekte bzw. Dämpfungseinbrüche wurden an folgenden Tagen beobachtet:

4. 5.	10.31—11.00	25. 5.	08.42—09.10
9. 5.	09.23—09.40		18.10—18.30
12. 5.	10.43—11.00	26. 5.	13.33—14.00
15. 5.	10.24—10.50	28. 5.	16.32—17.00
16. 5.	12.56—13.20	29. 5.	08.10—09.00
17. 5.	08.36—09.05	30. 5.	09.32—10.20
18. 5.	06.58—07.20	31. 5.	07.50—08.20
	08.10—08.30		
	16.03—16.30		

(alle Angaben in MEZ)

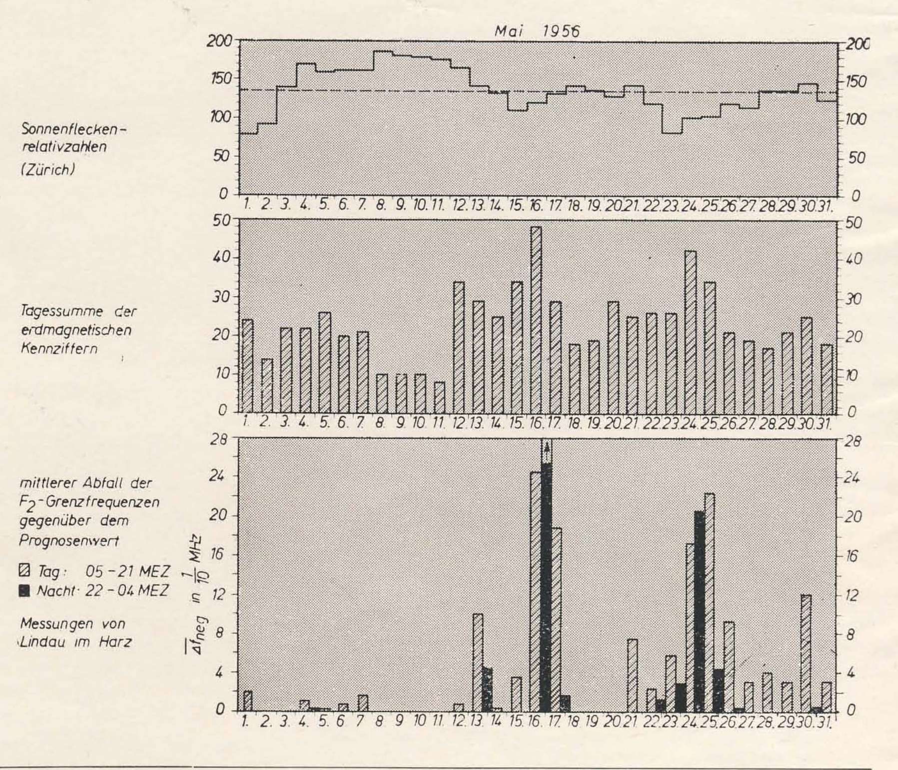
Vorschau für Juli 1956

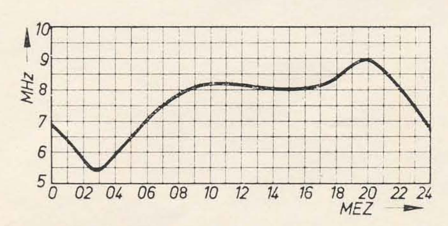
Der Grenzfrequenzprognose der F_2-Schicht für Juli wurde eine Sonnenfleckenrelativzahl von $\overline{R} = 125$ zugrunde gelegt. Die hiernach berechnete Kurve unterscheidet sich von der für Juni gültigen Kurve nur ganz unwesentlich. Es wird lediglich die tiefste Frequenz kurz vor Sonnenaufgang um ein halbes MHz niedriger. Für die Amateurbänder dürften sich damit keine Änderungen gegenüber dem Vormonat ergeben, wie überhaupt im Sommer in den Monaten Mai, Juni und Juli, ja sogar bis in den August hinein, die Veränderungen in den Bereichen brauchbarer Frequenzen nur geringfügig sind.

Sollten die beiden großen Störzentren auch diese Sonnenrotation noch überdauern, so wäre etwa am 6. und am 14. mit Ionosphärenstörungen zu rechnen.

Von einiger Bedeutung für den Amateurverkehr dürften die hohen Grenzfrequenzen der sporadischen E-Schicht und damit die voraussichtlich guten short-skip-Bedingungen sein.

Lge.





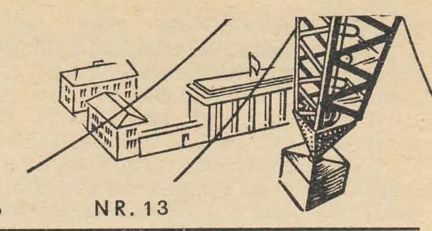
Voraussichtliche F_2-Grenzfrequenzen (Mittelwerte) im Juli 1956

Verlag „Die Wirtschaft", Verlagsdirektor Walter Franze

Chefredakteur: Rudolf Nehring, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22, Fernruf: 530871, Fernschreiber: 1448. Veröffentlicht unter Lizenznummer 4102 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik. — **Anzeigenannahme:** Verlag „Die Wirtschaft", Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22, und alle Filialen der DEWAG-Werbung. Zur Zeit gültige Preisliste Nr. 1. — **Druck:** Tribüne-Verlag, Druckerei III, Leipzig III/18/36. — Nachdruck und Auszüge nur mit Quellenangabe gestattet. Alle weiteren Rechte vorbehalten. — Die Zeitschrift „Radio und Fernsehen" erscheint zweimal im Monat; Einzelheft 2,– DM. Bestellungen nehmen entgegen: für die Deutsche Demokratische Republik: sämtliche Postämter, der örtliche Buchbandel und der Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin; für die Deutsche Bundesrepublik: sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin. Auslieferung erfolgt über HELIOS Literatur-Vertriebs-Ges. m. b. H. Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141—167; für das Ausland: UdSSR: Meshdunarodnaja Kniga, Moskau 200, Smolenskaja Pl. 32/34; Volksrepublik China: Guozi Shudian, 38, Suchoi Hutung, Peking; Volksrepublik Polen: Prasai Ksiazka, Foksal 18, Warszawa; Tschechoslowakische Republik: Artia A.G., Ve Smečkách 30, Praha II; Ungarische Volksrepublik: „Kultura", P.O.B. 149, Budapest 62; Rumänische Volksrepublik: CARTIMEX, Bukarest 1, P.O.B. 134/135; Volksrepublik Bulgarien: Raznoiznos, 1, Rue Tzar Assen, Sofia; Volksrepublik Albanien: Ndermarrja Shtetnore Botimeve, Tirana; für alle anderen Länder: Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22.

RADIO UND FERNSEHEN

5. JAHRGANG 1. JULIHEFT 1956 NR. 13



Standardisierung nicht mehr aktuell?

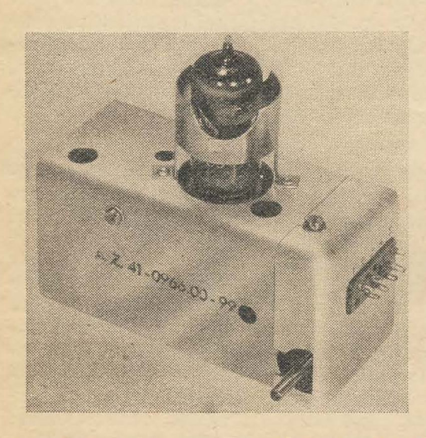
Die Standardisierungsarbeit in der Funktechnik ist für die Rundfunkindustrie von außerordentlicher ökonomischer Bedeutung, eine Feststellung, die besonders für den Empfängersektor zutrifft, auf dem es gilt, jetzt endgültig den Anschluß an den Weltstand zu erreichen. Um so mehr verwundert uns die bisher sehr geringe Resonanz auf unsere im Heft 1 (1956) eingeleitete Diskussion über Normung und Standardisierung. Offenbar sind die RFT-Empfänger- und Bauelementebetriebe, die sich mit diesem Problem besonders befassen müssen, der Meinung, alle diese Fragen wären nur intern zu diskutieren. Haben die Verantwortlichen dabei vergessen, daß es zu den Aufgaben der sozialistischen Presse gehört, an der Lösung solcher vordringlicher, für die Volkswirtschaft wichtiger Aufgaben aktiv mitzuarbeiten? Die kapitalistische, in der gegenseitigen Konkurrenz begründete Typeninflation darf bei uns keinesfalls Platz greifen. Wir glauben, daß unsere volkseigene Industrie hier wesentlich andere Aufgaben, wie sie in der Direktive der 3. Parteikonferenz der SED niedergelegt sind, zu erfüllen hat. Übersehen wir doch nicht, daß eine durch keinen realen Bedarf gerechtfertigte Typenvielfalt sowie die Verschachtelung der Produktion und schließlich auch die relativ geringen Fertigungsmengen sich insgesamt hemmend auswirken.

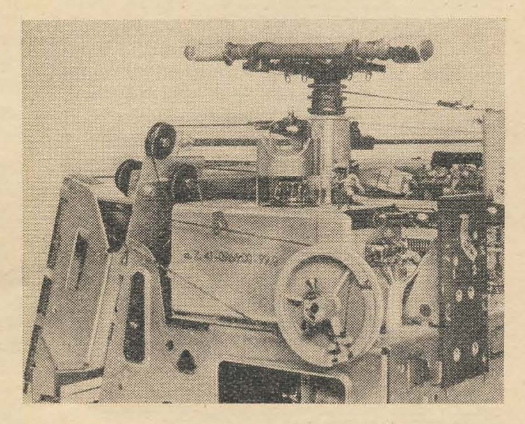
Wir haben im Heft 4 (1956) in einem Diskussionsbeitrag mit angeschlossener Stellungnahme der Redaktion über die Aufgaben und Schwierigkeiten berichtet, mit denen sich die Zentrale Forschungs- und Entwicklungsstelle für Rundfunkgeräte in Sonneberg auseinanderzusetzen hat. Inzwischen hat eine Untersuchungskommission der HV RFT die Verhältnisse in Sonneberg studiert. Das führte zu dem erfreulichen Ergebnis einer Stellenplanerweiterung für die Sonneberger Entwicklungsstelle und zur Bereitstellung der notwendigen Mittel. Das Problem ist damit aber noch keineswegs endgültig gelöst, da es mit der Stellenplanerweiterung allein nicht getan ist.

Hier muß vor allem Klarheit der Auffassungen über die Bedeutung der Standardisierung geschaffen werden.

Diese Meinung finden wir in den Diskussionsbeiträgen bestätigt, die uns zum Thema „Standardisierung" bisher zugingen. So schreibt Kollege Walter Sobczak vom Amt für Standardisierung:

„Woran liegt es denn, daß wir in der Frage der Standardisierung von Gerätetypenreihen nicht vorwärtskommen? Nicht etwa, weil sie schwierig zu lösen wäre, sondern weil über den Weg zu ihrer Lösung keine Klarheit besteht und weil es noch viele primitive Vorstellungen zu überwinden gilt, die in der technischen Normung das Schreckgespenst der Beschränkung der technischen Möglichkeiten schlechthin fürchten und ihre Rolle der Auswahl des Besten und Zweckmäßigsten noch nicht erkennen."





Das Bild links zeigt den einheitlichen UKW-Eingangs- und Mischteil für die Telefunken-Empfänger des Baujahres 1955/1956. Der Tuner ist mit der Doppeltriode ECC 85 bestückt und so durchgebildet, daß Verstärkung, Bandbreite und Selektion für Geräte mit verschiedenen ZF-Kreisen ausreichen. Im rechten Bild der Ausschnitt aus einem Chassisaufbau eines Blaupunkt-Empfängers mit der Telefunken-UKW-Einheit Z.41 — 0 966 00-99

An anderer Stelle führt er weiter aus: „Wir können und müssen in unseren technischen Normen und verbindlichen Standards — frei von konkurrenzbedingten Hemmungen — den in unserer Produktion erreichten höchsten Stand der Technik zugrunde legen. Wir müssen mit mehr Mut an die Auswahl des Besten und technisch sowie volkswirtschaftlich Zweckmäßigsten herangehen und deshalb schädliche Rücksichten auf traditionsgebundene Fertigungen überwinden."

Nachrichten

Republiksieger im Wettbewerb des 1. Quartals 1956 wurde im Industriezweig Elektrotechnik der VEB Stern-Radio Sonneberg, HV RFT. Für hervorragende Leistungen wurde der Betrieb mit der Wanderfahne und einer Prämie von 12 000 DM ausgezeichnet.

In der Fachausstellung „Mechanik, Medizin und Elektrotechnik" der Deutschen Demokratischen Republik in Bukarest wurden vom 14. bis 30. Mai d. J. 280 000 Besucher gezählt. Die über 1000 Ausstellungsgegenstände, darunter die Eiserne Lunge, Dispatcher- und Signalanlagen, Rundfunk- und Funkgeräte sowie optische Erzeugnisse, übernahmen die rumänischen Handelsorgane.

Zum Fachausschuß „Kerntechnik" haben sich 22 Physiker, Chemiker, Ingenieure der Prüf- und Meßtechnik, Elektrotechnik und Schutztechnik sowie der Werkstoffkunde und Energiewirtschaft innerhalb des Fachverbandes „Energie" der Kammer der Technik zusammengeschlossen. Dieses Gremium will vor allem Maßnahmen zur Qualifizierung der in der Praxis tätigen Ingenieure erarbeiten und ihnen helfender Berater sein.

Die chinesische Fernmeldeindustrie entwickelt sich in steigendem Maße. So konnte, entsprechend einer ADN-Meldung aus Peking, ein 60-kW-Rundfunksender fast ausschließlich aus chinesischem Material hergestellt werden. Sehr beachtlich ist ebenfalls die Errichtung einer Dreikanalträgerfrequenzanlage und der dazugehörigen Trägerverstärker für den Telefonverkehr durch chinesische Betriebe. Die Produktion einer Trägerfrequenzanlage für 12 Kanäle ist geplant.

Zwei Drittel des gesamten indischen Territoriums wird zur Zeit mit Rundfunksendungen versorgt, nachdem sich das Rundfunksendernetz in Indien in den letzten fünf Jahren verdoppelt hat. Gegenwärtig werden 90% des gesamten Programms in indischen Sprachen gesendet, nur 10% der Sendungen sind in englischer Sprache gestaltet. Der Einrichtung von Empfangsstationen in bestimmten Gebieten schenkt die indische Regierung sehr große Beachtung. Während gegenwärtig etwa 13 000 solcher Stationen vorhanden sind, sollen es bis Ende dieses Jahres bereits 33 000 sein. Außerdem bemüht sich die indische Regierung, für alle Provinzen ein Schulfunkprogramm zu ermöglichen, das für 26 verschiedene Sprachen und Dialekte bearbeitet werden muß.

Die Studienfächer „Kernphysik" sowie „Radartechnik und Funknavigation" werden mit Beginn des nächsten Studienjahres im Lehrplan der Fachschule für Elektrotechnik „Fritz Selbmann" enthalten sein. Eine Hauptaufgabe der Fachschule im zweiten Fünfjahrplan wird die Ausbildung von Technologen für alle Gebiete der Elektrotechnik sein.

Warennachfragen aus dem Ausland für Interessenten am Exportgeschäft:

Rundfunkempfänger
9787, Holland; 16952, Belgien; 16974, Frankreich; 16966, Libanon; 16987, Tunesien; 20818, Jordanien (mit Spezialtrockenbatterien); 20891, Nigerien; 20896, Pakistan; 20911, Persischer Golf; 21118, Brasilien.

Fernsehempfänger
16952, Belgien; 16987, Tunesien; 21040, Malta.

Trockenbatterien für Rundfunkempfänger
9783, Griechenland; 20880, Persischer Golf.

Tonbandgeräte
9768, Holland.

Plattenspieler
9768, Holland; 16952, Belgien.

Widerstände und Dioden
21070, England.

Belichtungsmesser
6392, Argentinien.

Antennen
9852, Finnland.

Genaue Anschriften werden auf Anfrage an Herstellerbetriebe der Deutschen Demokratischen Republik bekanntgegeben (Beifügung eines Freiumschlages erwünscht). Redaktion „Deutscher Export", Abteilung Kundendienst, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22.

Wir müssen uns auch der Auffassung des Kollegen Sobczak anschließen, wenn er sagt: „Man kann nicht im Ernst der Meinung sein, daß es richtig ist, wenn sechs volkseigene Betriebe rund 30 Rundfunkempfängertypen herstellen, wie sie sich gerade aus den jeweiligen, nicht aufeinander abgestimmten Betriebsentwicklungen ergeben."

So enthält allein das Fertigungsprogramm 1956 der RFT-Empfängerbetriebe sechs Mittelsuper, die sich schaltungsmäßig nur unwesentlich voneinander unterscheiden. Für diese Geräte, also praktisch für ein Objekt, wurden unabhängig voneinander in vier Entwicklungsstellen Entwicklungsingenieure und Geldmittel eingesetzt. Wenn die Ergebnisse dieser Arbeit auch durchaus positiv sind, wird dennoch niemand bestreiten können, daß bei sinnvoller Konzentration der verfügbaren Kräfte mit weit geringeren Mitteln noch ausgereiftere Konstruktionen erreicht worden wären.

Diese besseren Ergebnisse zu erarbeiten, ist die Aufgabe der Zentralen Entwicklungsstelle Sonneberg.

Trotz der bereits vorhandenen organisatorischen Grundlage fehlt noch mancherlei, um die Standardisierungsarbeit im notwendigen Tempo vorwärtszubringen. Die Werkleitungen mancher Betriebe verkennen noch mehr oder weniger den Nutzen zentraler Forschungsarbeit, während andererseits viele Fachkräfte, die auf Grund ihres Wissens und ihrer praktischen Erfahrungen wertvolle Beiträge zur Standardisierung geben könnten, so sehr mit Produktionsaufgaben beansprucht sind, daß Zeit und Interesse für eine aktive Mitarbeit fehlen. Wir möchten hierzu noch betonen, daß auch bei zentraler Entwicklung jeder Herstellerbetrieb die Möglichkeit haben muß, der Entwicklungsstelle aus den fertigungsbedingten Erfahrungen seinerseits entsprechende richtungweisende Hinweise zu geben. Diese Zusammenarbeit ist bis jetzt der wundeste Punkt in der Standardisierungsarbeit.

Erinnern wir uns in diesem Zusammenhang an die früheren Gemeinschaftsentwicklungen so großer Konzerne wie AEG, Siemens und Telefunken. Sie brachten den Aktionären dieser Gesellschaften bei aller sonstigen Konkurrenz und bei geringeren Verkaufspreisen ihrer Erzeugnisse gegenüber denen anderer Firmen den angestrebten optimalen Profit.

Die von uns angestrebte Standardisierung gewährleistet unter den Bedingungen unserer Wirtschaftsplanung solche Erzeugnisse, die in technischer und ökonomischer Hinsicht allen Anforderungen entsprechen und gleichzeitig billiger sein könnten als solche aus der kapitalistischen Produktion, weil sie weder mit Unternehmerprofiten noch mit Rüstungssteuern belastet sind.

Die Forderung nach Vereinheitlichung und Rationalisierung im Empfängerbau ist auch in der Bundesrepublik nicht verstummt. Seit der Einführung des UKW-Rundfunks, der eine neue Schaltungstechnik, neue Röhren und Bauelemente erforderte, haben sich bis zum Jahre 1954 bis 1955 gewisse Grundschaltungen entwickelt. Die gründliche Durchbildung der Schaltungstechnik hat dort dazu geführt, daß wesentliche Teile der Geräte aus einheitlichen Bauteilen zusammengesetzt werden. So verwendet Telefunken für den UKW-Teil seiner Empfänger neben einem einheitlichen HF-Tuner mit der ECC 85 auch einen einheitlichen Demodulatorbaustein, die auch andere Werke der westdeutschen Empfängerindustrie in ihren Geräten einsetzen, unter ihnen Blaupunkt den HF-Tuner für die Geräte des Programms 1955/56. Wir sehen also, daß auch in Westdeutschland die Standardisierung von Schaltungen und Bauteilen im Rahmen der Produktion der kapitalistischen Betriebe keineswegs dem Selbstlauf überlassen, sondern vielmehr intensiv gefördert wird.

Selbst die von einigen unserer Fachleute befürchtete nachteilige Auswirkung einer Typenbegrenzung auf das Warenangebot wird westdeutscherseits nicht geteilt. Wir möchten zum Beweis die entsprechende Stelle aus einem Bericht des Frankfurter „Volkswirt" über die Düsseldorfer Industriemesse 1955 anführen, die auch Kollege Sobczak in seinem schon erwähnten Diskussionsbeitrag zitiert. Dort heißt es: „Über 100 verschiedene Rundfunkgerätetypen wurden vorgestellt, von denen ein Großteil so wenig voneinander abweichende Merkmale besitzt, daß diese für den Käufer praktisch bedeutungslos sind. Der Leidtragende ist durch diese Vielzahl von Typen wohl der Käufer, dem die Wahl immer schwerer gemacht wird, wenn man auch verstehen kann, daß jede Firma einen besonderen Anreiz gerade zum Kauf ihrer Fabrikate schaffen will."

Auch der bekannte westdeutsche Fachschriftsteller Karl Tetzner schrieb zu der gleichen Frage:

„Der Anreiz zum Kauf neuer Empfänger sei notwendig. Nicht mit mehr oder zumeist weniger wesentlichen ‚technischen' Neuerungen, die weidlich für Reklamezwecke ausgeschlachtet werden, kann und wird man auch bei uns den Anreiz wachhalten, sondern mit echten Leistungen auf technischem und fertigungsmäßigem Gebiet, die wesentlich ‚preiswertere' Geräte zeitigen müssen" und stellt in der „Funkschau" Heft 24 (1955) in seinem Beitrag „Freundlicher Rückblick, optimistische Aussichten" weiter fest:

„Rationalisieren heißt auch, den Typenwechsel oder die Typenzahl auf das Notwendige beschränken . . .", heißt also standardisieren!

Gelingt es, die RFT-Betriebe zur spezialisierten Fertigung weitgehend standardisierter Empfänger zu veranlassen, könnte unsere Bevölkerung auch bald billigere Rundfunkempfänger kaufen. Erteilen wir zu dieser Frage nochmals dem Kollegen Sobczak das Wort: „Das Warenangebot darf nicht schlechthin eingeschränkt, sondern es muß ein nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten qualitatives, hochwertiges Warenangebot gesichert werden. Darin liegt die Hauptaufgabe der Zentralstelle für Standardisierung in den Industriezweigen, nämlich die Abstimmung zwischen den Werken und die richtige Auswahl der zur Standardisierung geeigneten Schaltungen herbeizuführen und im Einvernehmen mit der Produktionslenkung der Hauptverwaltung des Ministeriums über die in Frage kommenden Ausführungen zu entscheiden. Und gerade diese Aufgabe löst die RFT-Zentralstelle für Standardisierung noch unbefriedigend, weil sie oft noch vor den sich aus der falschen Koordinierung der Normprojekte ergebenden Konsequenzen hinsichtlich der erforderlichen Produktionsumstellungen auf Standardausführungen ausweicht. Natürlich stellt die Auswahl des Besten und Zweckmäßigsten hohe Anforderungen an die Objektivität, an das Verantwortungsbewußtsein und an die Entscheidungsfreudigkeit der Beurteilenden, und es wird auch nicht ausbleiben, die Vorzüge mehrerer Produktionen kombinieren zu müssen. Doch bei dieser kritischen Auslese findet gerade das sozialistische Prinzip der kameradschaftlichen Zusammenarbeit und der Vereinigung aller Faktoren und Kräfte zur Erzielung hoher Leistungen seinen praktischen Ausdruck. Die nach solchen Grundsätzen ausgearbeiteten Standards haben, je nach dem, wie weit sie ins einzelne gehen, eine sehr unterschiedliche Geltungsdauer und müssen deshalb nach mehr oder weniger langem Zeitablauf periodisch mit der Entwicklung der Technik abgelöst werden. Auch das ist eine wichtige Aufgabe der Zentralstellen für Standardisierung in den Industriezweigen."

Standardisieren — Vorbedingung zum Automatisieren!

Abschließend noch ein Wort zur fertigungstechnischen Seite im Hinblick auf die angestrebte Automatisierung der Fertigungsprozesse. Automatisieren setzt stets eine Mindeststückzahl des zu fertigenden Erzeugnisses voraus, eine selbstverständliche Forderung, der die Standardisierung von Empfängerbauteilen entgegenkommt. Hierzu schreibt unser Leser Ing. Gert Strenge: „Es ist klar, daß dadurch (die Standardisierung) aus einem Betrieb, der bisher alle Teile der gefertigten Rundfunkgeräte selbst herstellte (ausgenommen natürlich Bauelemente usw.) ein reiner Montagebetrieb werden könnte. Dies mag wohl in einigen Fällen gewisse subjektive Schwierigkeiten zur Folge haben, jedoch müßten hier volkswirtschaftliche Gesichtspunkte die entscheidende Rolle spielen. Dabei ist wesentlich, daß die Standardbauteile in besserer Qualität und erheblich billiger geliefert werden könnten als von betriebseigenen Fertigungsstätten, daß Planung, Bestellung, Lagerhaltung und Verarbeitung vieler Rohmaterialien eingespart werden, daß bestimmte Betriebsabteilungen verkleinert werden oder ganz entfallen können, Produktions- und Umlaufmittel frei werden bzw. ökonomischer ausgenutzt werden können, daß eine weitgehende Spezialisierung der Kräfte ermöglicht wird und was der anderen volkswirtschaftlichen Vorteile mehr sind."

Es ist also kein vernünftiger Grund vorhanden, der eine Verzögerung der Standardisierungsarbeiten rechtfertigen könnte.

Vielmehr muß erkannt werden, daß der Reichtum unserer Volkswirtschaft und der Wohlstand der Werktätigen in dem Maße wachsen, wie es gelingt, mehr Konsumgüter mit immer geringerem Arbeitsaufwand, billiger und besser zu erzeugen. Wir können hier schon auf gelungene, aber auch auf mißlungene Ansätze einer Zusammenarbeit der Zentralen Forschungs- und Entwicklungsstelle in Sonneberg mit den Fertigungswerken hinweisen. Sie führte im Falle Stern-Radio Berlin zu positiven Ergebnissen, während der gleiche Versuch mit dem Funkwerk Halle solche Ergebnisse nicht zeitigte. Einige grundsätzliche, aus der Untersuchung dieser Gegebenheiten von der HV RFT getroffene Feststellungen dürften von allgemeinem Interesse sein.

Es wäre also richtig, wenn die HV RFT zu gegebener Zeit ihren Standpunkt zu allen diesen Fragen in unserer Fachzeitschrift erläutern würde. *Epp*

WERNER TAEGER

Einige interessante Neuheiten
aus der Schaltungstechnik der Fernsehempfänger

An die Durchlaßkurve des ZF-Verstärkers im Fernsehempfänger werden bestimmte Anforderungen hinsichtlich der allgemeinen Form (Nyquistflanke), der Selektivität und der Phasenlinearität gestellt. In dem Maße, wie die Senderdichte zunimmt, muß zwangsläufig die Selektivität der Empfänger größer werden, um unter Umständen an einem Empfangsort zwei auf benachbarten Kanälen arbeitende Fernsehsender im Empfänger sauber trennen zu können. Mit der Erhöhung der Selektivität, die nur im ZF-Verstärker zu erreichen ist, tritt gleichzeitig eine Vergrößerung der Laufzeitfehler (Phasenverzerrungen) auf. Die Phasenverzerrungen machen sich auf dem Bildschirm als Fahnen und Wischer bemerkbar. Man muß daher nach Mitteln und Wegen suchen, um im Bildkanal eine ausreichende Phasenlinearität zu gewährleisten. Erfahrungsgemäß sind die Laufzeitverzerrungen in den Frequenzbereichen der Durchlaßkurve am größten, wo starke Änderungen und steile Flanken in der Amplitudenkurve (bzw. dem dazu inversen Verlauf, der Selektivitätskurve) auftreten. In Schaltungen, bei denen die Amplitudenkurve jenseits der zu unterdrückenden Frequenz — zum Beispiel dem Nachbartonträger — wieder umbiegt (Resonanzkurvencharakter), zeigt die Gruppenlaufzeitkurve im Durchlaßbereich einen wesentlich flacheren Verlauf, als wenn die Amplitudenkurve auch noch jenseits der zu sperrenden Frequenz weiter abfällt. Daraus läßt sich die Forderung ableiten, daß es zweckmäßig ist, die Unterdrückung störender Frequenzen auf ein möglichst schmales Frequenzband zu beschränken, das heißt, sehr selektive Saugkreise zu verwenden.

Sollen ganz extrem tiefe oder schmale Kurveneinschnitte erzielt werden, so muß man Brückenfilter wählen, in denen Kompensationen der Verlustwiderstände der Sperren möglich sind. Eine solche Anordnung stellt das im Bild 1 gezeichnete T-Filter dar. Die Spulen L_1 und L_2 sind ineinander gewickelt, koppeln also sehr stark aufeinander. Im elektrischen Mittelpunkt zwischen den beiden Spulen (Punkt x) besteht kein Potential gegen Masse, man könnte Punkt x also unbedenklich erden; an diesen Punkt ist der Saugkreis, bestehend aus der Spule L_3

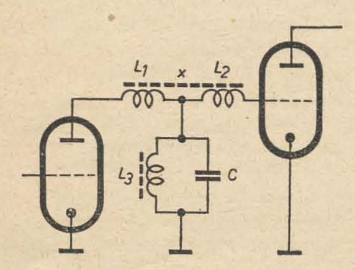


Bild 1: T-Filter im ZF-Verstärker

und der Kapazität C, der auf die zu sperrende Frequenz abgestimmt ist, angeschlossen. Die Sperrwirkung kann man durch Wahl bestimmter Dämpfungen der beteiligten Kreise beliebig groß machen. Im praktischen Fall wird man nicht immer eine völlige Sperrung erreichen wollen; zu diesem Zweck ist die Falle nicht voll eingeschaltet, sondern über den Übertrager L_3, L_4 angekoppelt (Bild 2). Durch Verstellen des Kernes ändert man die Kopplung, wobei mit der Spule L_5 die Frequenz nachgestellt werden kann.

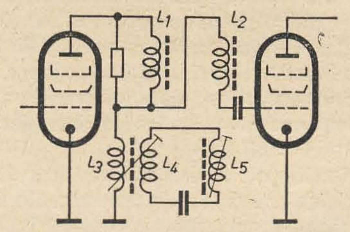


Bild 2: Praktische Ausführung des T-Filters im Fernsehempfänger „Diplomat" (Nordmende)

Sperrkreise der geschilderten Art verwendet Nordmende in dem neuen Fernsehempfänger „Diplomat", bei dem eine Trennschärfe von 1 : 500 gegen den Nachbartonträger erreicht wird. In den gezeichneten Prinzipschaltbildern sind die für die Zuführung der Gleichspannung dienenden Widerstände und die Entkopplungskondensatoren weggelassen worden, um nur das hochfrequenzmäßige Verhalten der Schaltung zu zeigen.

Einen anderen Weg, um die Phasenlinearität zu ereichen, beschreitet Grundig im Fernsehempfänger „Zauberspiegel". Der nur zweistufige ZF-Verstärker ist mit drei Bandfiltern ausgerüstet, die man auf die gleiche Bandmittenfrequenz 36,9 MHz (ZF = 38,9 MHz) abgestimmt hat. Zwei der Bandfilter sind überkritisch gekoppelt, ergeben also eine zweihöckrige Durchlaßkurve. Das dritte Bandfilter ist kritisch gekoppelt, wodurch die Einsattlung zwischen den beiden Höckern wieder ausgeglichen wird. Die Nyquistflanke ist bei dieser Schaltungsart bewußt flach gehalten. Dadurch ist es möglich, eine im kritischen Bereich flach verlaufende Laufzeitkurve zu erhalten. Bild 3 zeigt oben die Selektivitäts- und unten die Laufzeitkurven eines herkömmlichen (gestrichelt) und eines der neuen Fernsehempfänger (ausgezogen). Die beiden Selektivitätskurven unterscheiden sich kaum voneinander; auffällig ist lediglich die wesentlich schärfere Resonanzspitze für die auf den Nachbartonträger abgestimmte Falle bei den neueren Empfängern. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht aber in den Kurven für die Gruppenlaufzeit. Im Bereich niedriger Modulationsfrequenzen, also in der Nähe des Bildträgers, ist gegenüber dem herkömmlichen ZF-Verstärker eine weitgehende Linearisierung im Verlauf der Gruppenlaufzeit t_g festzustellen. Die Kurve bleibt auch angenähert linear bis etwa 35 MHz, so daß die Modulationsfrequenzen bis 38,9 — 35 $\approx$ 4 MHz phasenlinear übertragen werden. Erst im Bereich hoher Modulationsfrequenzen zwischen 4 und 6 MHz steigt die Gruppenlaufzeit schnell an und fällt wieder ab, was aber auf das Bild keinen großen Einfluß hat.

Eine wesentliche Neuerung wendet Nordmende im „Diplomat" durch Einbau einer besonderen Störinverter-Röhre (EF 80) an (siehe auch Blockschaltbild, Bild 4). Die Röhre übt zwei Funktionen aus: Sie verstärkt zunächst das der Kat-

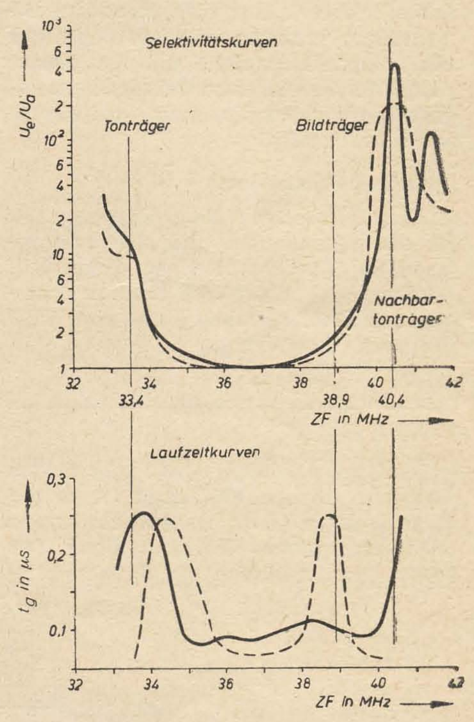


Bild 3: Selektivitäts- und Laufzeitkurven eines phasenlinearen (————) und eines üblichen (··········) ZF-Verstärkers

ode der Bildverstärkerröhre (PL 83) entnommene Videosignal in der Weise, daß vor allen Dingen die das Signal übersteigenden Störungen weitergegeben werden, während das Videosignal selbst kaum verstärkt wird. Die so gewissermaßen abgeschnittenen Störimpulse fügt man dem Signal an der Anode der PL 83 wieder zu. Da die Inverterröhre als Gitterbasisstufe geschaltet ist, liegen die abgeschnittenen Störimpulse nunmehr entgegengesetzt gerichtet über dem Signal, so daß ein Auslöschen der Störimpulse stattfindet. Neben der reinen Invertierung werden die Störimpulse außerdem dem Schirmgitter der EF 80 entnommen und der ersten Stufe des Impulssiebes zu-

HORST BRAUNE, Laborleiter im VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg

Grundsätzliches zur Frage der Heizbatterien für tragbare Empfänger

Mit der vermehrten Herstellung von tragbaren Rundfunkgeräten durch unsere Rundfunkindustrie in den vergangenen Jahren entstand auch die Frage nach verbesserten Stromquellen. Die zum Betrieb eines Koffergerätes benötigten Batterien sind ein wesentlicher Faktor für dessen Betriebssicherheit. Das beste Gerät gibt Anlaß zur Verärgerung, wenn die Stromquellen, oder auch nur eine davon, nicht den Anforderungen entsprechen.

Jedes Koffergerät benötigt bekanntlich eine Anoden- und eine Heizbatterie. Die Anodenbatterien werden zur Zeit bei uns ausschließlich von den Trockenbatteriefabriken hergestellt. Sie sollen daher im nachfolgenden unberücksichtigt bleiben.

Bei den Heizbatterien sieht es etwas anders aus. Hier stehen sich drei verschiedene Batteriesysteme gegenüber. Ein jedes erfordert aber eine besondere Behandlung, wenn man die Leistung dieser Batterie voll ausnutzen will. Aus diesem Grunde sollen hier einmal die drei Systeme erläutert und ihre Vor- und Nachteile beschrieben werden.

Primär-Heizbatterien

Eine Heizbatterie dieses Systems zählt zu den sogenannten und allgemein bekannten Trockenbatterien. Hergestellt werden sie von dem VEB Berliner Batterie- und Elementefabrik[1]) und vom VEB Batteriefabrik Worbis.

Die hauptsächlichen Grundstoffe, welche allgemein zum inneren Aufbau derartiger Batterien verwendet werden, sind Zink, Kohle und Braunstein. Die Zusammenstellung der Stoffe geschieht derart, daß die Batterie bzw. das Element, nachdem der Herstellungsprozeß abgeschlossen ist, ohne vorherige Stromzuführung sofort in Betrieb genommen werden kann. Daher der Name „Primär-Element".

Im Gegensatz zu den sogenannten Naßelementen ist für den inneren Stromfluß keine Flüssigkeit erforderlich. Es genügt ein geringer Feuchtigkeitsgrad. Die Bezeichnung „Trockenbatterie" wird deshalb mit Recht geführt. Batterien dieser Art erfüllen damit eine der Hauptforderungen, die man an Stromquellen für tragbare Rundfunkgeräte stellt: in jeder Lage betriebssicher zu sein. Gegenüber den beiden anderen Systemen ist dies der größte Vorteil.

Günstig wirkt sich auf die Anzahl der Betriebsstunden aus, wenn man die Energie einer Trockenbatterie nicht in einer „Dauerentladung" entnimmt, sondern nach einer bestimmten Betriebszeit eine entsprechende Ruhepause einlegt. Batterien dieses Systems haben nämlich die Eigenschaft, sich nach einer begrenzten Belastungszeit wieder wesentlich zu erholen. Von den Herstellerfirmen wird eine tägliche Belastungszeit von etwa vier Stunden empfohlen. Durch eine derartige Behandlung kann die Gesamtbetriebsstundenzahl — gegenüber einer Dauerentladung — um etwa 200% gesteigert werden. Die Güte des Fabrikats ist hierbei allerdings entscheidend.

Das Diagramm[2]) im Bild 1 zeigt, daß bei einer Dauerentladung etwa 40 h erreicht werden. Bemerkenswert ist der — bei diesem System schon nach wenigen Stunden auftretende — verhältnismäßig große Spannungsabfall. Deshalb liegt bei diesen Batterien die Ausgangsspannung wesentlich höher, als sie für den Betrieb eigentlich erforderlich ist.

Der Spannungsverlauf während einer intermittierenden Entladung ist im Bild 2 dargestellt. Man erkennt eindeutig den Vorteil gegenüber der Dauerentladung, das heißt, es werden etwa 120 Betriebsstunden erreicht. Die Gesamtbetriebsstundenzahl ist also um etwa 200% gesteigert worden.

Es ist nun allerdings so, daß die Koffergeräte in der Hauptsache für die Reise, im Urlaub oder für den Sport verwendet werden. Die meisten Besitzer werden also mit einer täglichen Spielzeit von vier Stunden nicht auskommen. Dadurch wird sich praktisch die Gesamtleistung der Batterie mehr oder weniger derjenigen einer Dauerentladung (Bild 1) nähern. Es hat sich wiederholt erwiesen, daß eine etwa 50%ige Energieentnahme während eines Wochenendes als Durchschnitt angenommen werden kann. Eine ununterbrochene Stromentnahme von zum Beispiel 40 Stunden wird allerdings nur in seltenen Fällen vorkommen.

Sind diese Trockenbatterien entladen, so werden sie üblicherweise verworfen. Die Batterien hingegen, welche nach dem sogenannten Sekundär- bzw. Akkumulatorenprinzip arbeiten, können wieder nachgeladen werden.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß eine gewisse Wiederaufladung auch bei den Trockenbatterien möglich ist. Ihrem inneren Aufbau nach sind dieselben allerdings nicht dafür bestimmt.

Solange es Trockenbatterien gibt, bemüht man sich, eine entsprechende Ladeeinrichtung und ein einfaches und vorteilhaftes Behandlungsschema zu entwickeln. Vor allem aber muß der innere Aufbau gewisser Trockenbatterietypen so gestaltet werden, daß vom chemischen Standpunkte aus die Voraussetzungen für eine Wiederaufladung überhaupt gegeben sind. Aber auch bei guten Erfolgen bleiben die zwischen einer Primär- und Sekundärzelle vorhandenen Unterschiede grundsätzlich bestehen.

---

[1]) Siehe auch RADIO UND FERNSEHEN Nr. 4 (1954) S. 100, Fließbandfertigung in der Berliner Batterie- und Elementefabrik.

[2]) Die waagerechte Linie in Höhe 6,5 V bei allen Diagrammen deutet die Spannungsgrenze an, unterhalb derer ein hörbarer Rundfunkempfang bereits merklich nachläßt (Versuchsgerät „Libelle").

---

geführt, wo sie eine Austastung bewirken. Bei sehr starken Störungen ist es auf diese Weise möglich, das Amplitudensieb völlig zu sperren. Während dieser Zeit fallen dann natürlich die Synchronisierungsimpulse für die Kippeinrichtungen fort. Den Ausfall der Synchronisierzeichen vertragen jedoch die Kippgeräte besser, als wenn sie durch kräftige Störungen völlig außer Takt fallen würden.

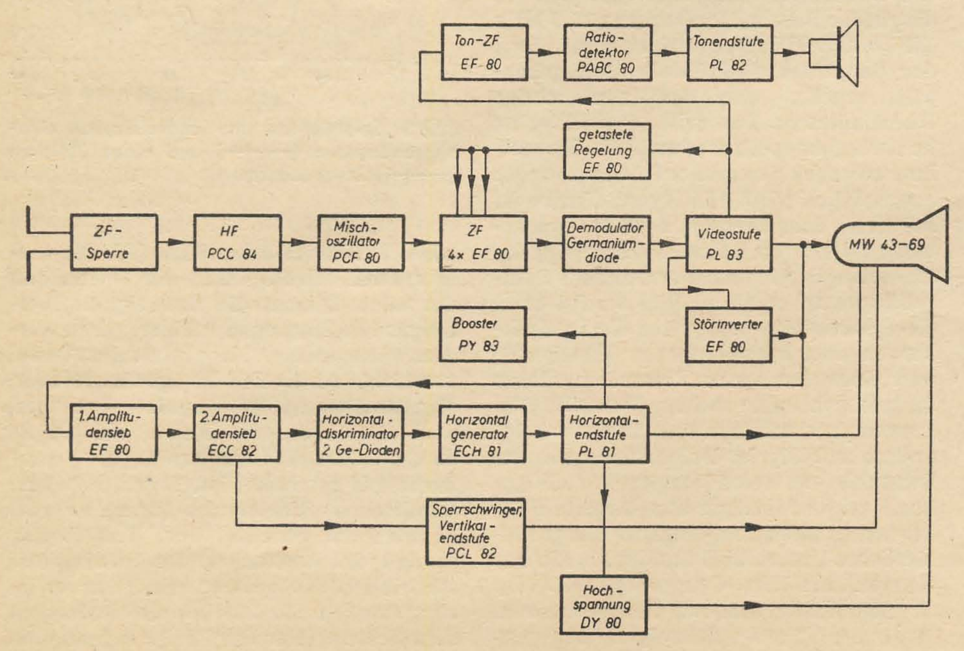


Bild 4: Blockschaltbild des Fernsehempfängers „Diplomat" (Nordmende)

Trockenakkumulatoren-Heizbatterie

Hier handelt es sich um eine Heizbatterie, die auf Grund ihrer Eigenschaften zwischen dem System der Trockenbatterien und der Akkumulatorenbatterie steht. Hersteller ist der VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg, Sonneberg (Thür.).

Der Aufbau dieser Batterie beruht auf dem Blei-Schwefelsäureprinzip, sie zählt also zu den sogenannten Sekundärelementen. Für den inneren Aufbau dienen Blei, Bleioxyde und Schwefelsäure. Die Bleioxyde (das Elektrodenmaterial) werden durch einen elektrochemischen Prozeß aktiviert. Dieser Behandlungsgang ist für den Grad der späteren Leistungsfähigkeit mit ausschlaggebend. Bei der fabrikmäßigen Herstellung muß also den Elektroden erst eine gewisse Strommenge zugeführt werden, um betriebsfähig zu sein. Sind Akkumulatoren entladen, so werden sie mittels geeigneter Ladegeräte aufgeladen, und man kann sie wieder in Betrieb nehmen. Durch die Möglichkeit der Wiederaufladung ist bei den Akkumulatoren eine mehrmalige Energieentnahme — je nach Typ und Art — gegeben. Dieses ist möglich, weil die im Sekundärelement ablaufenden chemischen Reaktionen umkehrbar sind. Hieraus resultiert eine größere Lebensdauer gegenüber den Trockenbatterien.

Die im Inneren üblicher Sekundärelemente ablaufenden chemischen Reaktionen sind stets mit einer gewissen Gasbildung verbunden. Deshalb kann man eine solche Zelle normalerweise nicht in ein hermetisch verschlossenes Gehäuse einbauen. Es bedarf hier stets eines Entgasungsloches oder eines Ventils. Schwefelsäure oder Kalilauge (alkalische Akkumulatoren) sind die herkömmlichen Elektrolyte für Akkumulatoren. Diese Stoffe aber wirken korrodierend auf die meisten Metalle. Soll also ein Akkumulator zum Beispiel als Heizbatterie für tragbare Rundfunkempfänger verwendet werden und den gestellten Anforderungen entsprechen, so ist eine Spezialfertigung erforderlich. Die Trockenakkumulatoren-Heizbatterie des VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg entstammt einer solchen Sonderfertigung. Durch Verwenden eines Spezialelektrolyten ist die Herstellung vollständig geschlossener Zellen möglich. Flüssigkeiten und sich nachteilig auswirkende Gase können also nicht nach außen dringen. Die Batterie entspricht somit einer der Hauptforderungen: sie ist flüssigkeitsdicht und in jeder Lage betriebssicher.

Ein weiterer Vorteil der Batterie ist der, daß sie auf Grund ihres inneren Aufbaues nachgeladen werden kann. Durch den Spezialelektrolyten und den flüssigkeitsdichten Abschluß erreicht sie allerdings nicht die Anzahl der Lade- und Entladezyklen wie die Akkumulatoren mit normalflüssigen Elektrolyten. Dieser Nachteil wird aber durch die zuvor erwähnten Vorzüge vielfach ausgeglichen.

Ferner muß erwähnt werden, daß bei dieser Batterie der täglichen Betriebszeit keine Grenzen gesetzt sind. Die gesamte Energie kann also, ohne Schaden für die

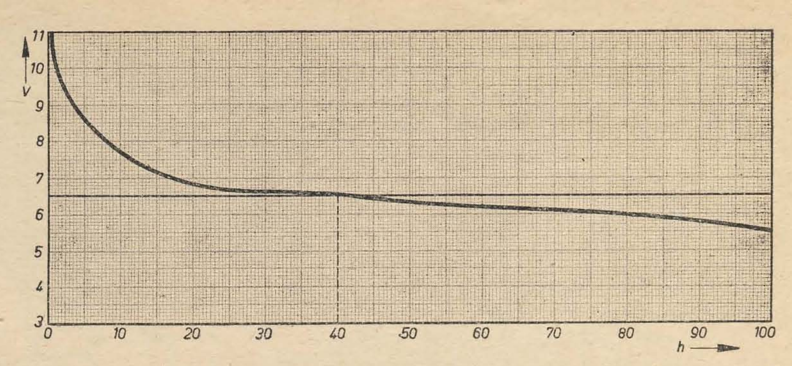


Bild 1: Dauerentladung an einer Radio-Heizbatterie BP 4048/9 des VEB Berliner Batterie- und Elementefabrik. Entladestrom 0,05 A. Alter der Batterie: 10 Tage[3])

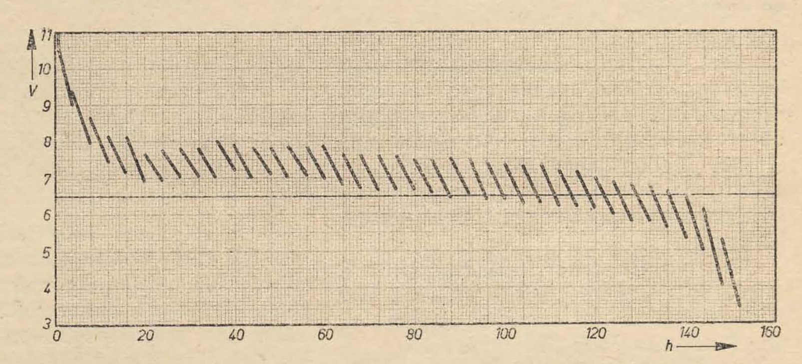


Bild 2: Intermittierende Entladung an einer Radio-Heizbatterie BP 4048/9 des VEB Berliner Batterie- und Elementefabrik. Entladestrom 0,05 A. Entladezyklus: 4 h täglich. Alter der Batterie: 10 Tage

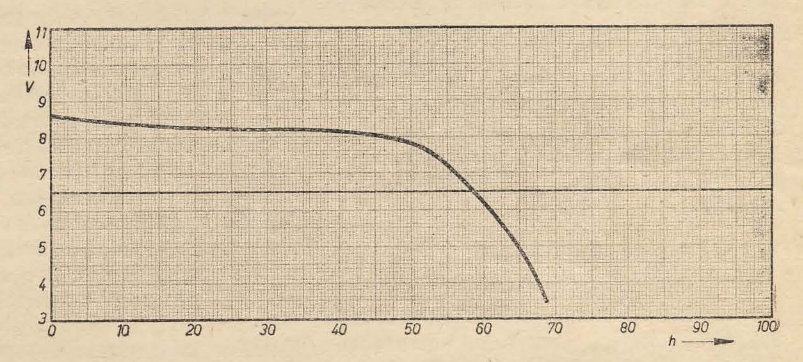


Bild 3: Dauerentladung an einer Radio-Heizbatterie RB 4 8V/2Ah des VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg. Entladestrom 0,05 A. Alter der Batterie: 9 Tage

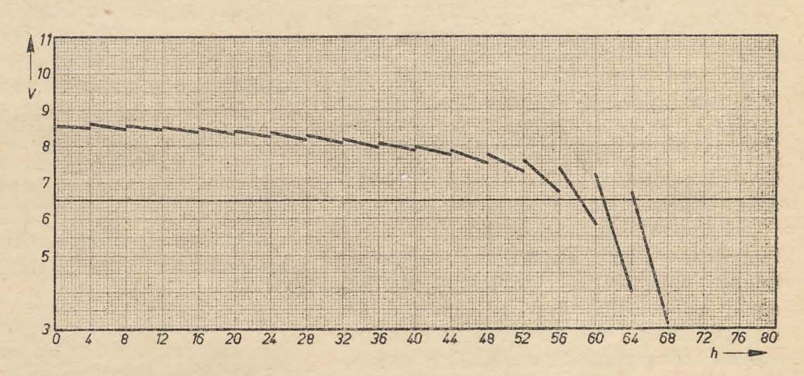


Bild 4: Intermittierende Entladung an einer Radio-Heizbatterie RB 4 8V/2Ah des VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg. Entladestrom 0,05 A. Entladezyklus: 4 h täglich. Alter der Batterie: 11 Tage

Batterie, in einer Dauerentladung entnommen werden. Das Herstellerwerk empfiehlt jedoch in seiner Behandlungsvorschrift, die Heizbatterien nicht ganz zu entladen und nach 15 bis 20 h Betriebszeit wieder nachzuladen. Wird doch einmal das Nachladen versäumt, besitzt die Batterie immer noch eine Reserve von etwa 20 h. Werden die Hinweise beachtet, so kann man eine Gesamtstundenzahl von 150 bis 200 h erreichen.

Im Bild 3 ist der Spannungsverlauf einer Dauerentladung dargestellt. Vergleicht man diese Kurve mit der im Bild 1, so erkennt man einen weiteren Vorteil:

[3]) Die Altersangabe bezieht sich stets auf den Tag (einschließlich) des Prüfungsbeginnes.

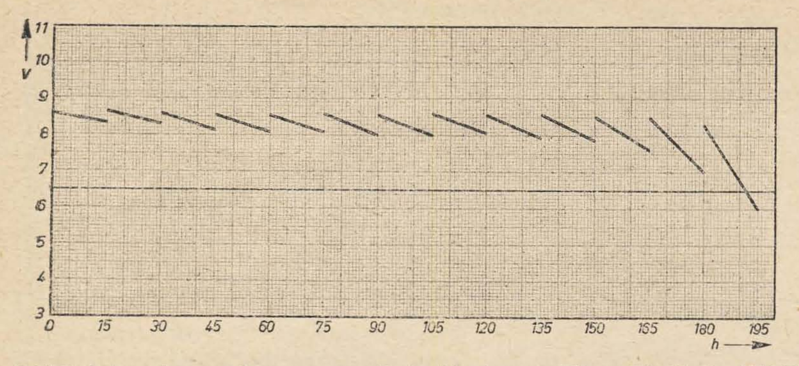


Bild 5: Lebensdauerprüfung an einer Radio-Heizbatterie RB 4 8V/2Ah des VEB Elektrotechnische Fabrik Sonneberg. Prüfungszyklus: 15 h entladen mit 0,05 A — 15 h laden mit 0,05 A. Alter der Batterie: 11 Tage

die fast konstante Spannungslage während der Entladung bis zur zulässigen Spannungsgrenze. Nicht zuletzt vermögen unsere Röhrenfabriken nur dann eine längere Lebensdauer ihrer Röhren zu garantieren, wenn die Spannungsschwankungen der Heizbatterie möglichst gering bleiben.

Die intermittierende Entladung (Bild 4) zeigt, daß sich die RB 4 während der Ruhepausen kaum merklich gegenüber der Trockenbatterie (Bild 2) erholt.

Das Ergebnis einer Lebensdauerprüfung zeigt das Diagramm im Bild 5. Die erreichte Gesamtstundenzahl von etwa 180 h rechtfertigt eine solche Behandlungsweise.

Bis auf das Nachladen benötigt diese Batterie keinerlei Wartung. Richtet man sich nach der Ladevorschrift des Herstellerwerkes, so kann auch ein Laie das Nachladen ohne weiteres ausführen. Entsprechende Ladegeräte sind im Handel erhältlich.

Akkumulatoren-Heizbatterie

Die vom VEB Eltro-Weida (Thür.) hergestellte Radiokoffer-Heizbatterie NC 8,4 V/ 1,5 Ah ist nach dem alkalischen Akkumulatorensystem aufgebaut.

Die zum Aufbau eines solchen Akkumulators benötigten hauptsächlichsten Materialien sind Nickel, Kadmium, Eisen (bzw. die entsprechenden Oxyde), Kalilauge und Stahlblech. Die ersten drei Stoffe kommen als Hauptbestandteile für die Elektroden in Frage. Kalilauge dient als Elektrolyt, aus Stahlblech bestehen die Elektrodenrahmen und die Zellengefäße. Durch das Stahlblech bekommt der ganze Aufbau eine große mechanische Festigkeit. Diese Batterien können als schlag- und stoßfest bezeichnet werden. Auch hinsichtlich des Ladens und des Entladens sind die alkalischen Akkumulatoren unempfindlicher als die Bleiakkumulatoren.

Gegenüber den üblichen NC-Batterien bestehen bei der Radioheizbatterie 8,4 V /1,5 Ah die Gehäuse der Zellen aus Kunststoff, was sich gewichtsmäßig sehr günstig auswirkt. Die einzelnen Zellen sind mit einer Einfüllöffnung und einem Entgasungsventil versehen. Sie sind also nicht flüssigkeitsdicht abgeschlossen. Die Kalilauge ist normalflüssig. Da bei diesen Batterien die normale Bauart beibehalten wurde, ergibt sich die Möglichkeit des üblichen Auf- und Entladebetriebes. Gegenüber den beiden anderen Systemen ist dies der größte Vorteil. Bei Gebrauch des Koffergerätes ist allerdings daran zu denken, daß die Batterie nicht flüssigkeitsdicht und somit auch nicht in jeder Lage betriebssicher ist.

Auch bei dieser Batterie kann, wie bei der RB 4, die aufgespeicherte Energie in einer Dauerentladung entnommen werden. Die 1,5 Ah dieser Batterie entsprechen einer Betriebszeit von 30 bis 35 h. Da sich diese Batterie in den Ruhepausen nicht wesentlich erholt, gilt die angegebene Stundenzahl auch für eine unterbrochene Entladung. Die vorzunehmende Aufladung ist rechtzeitig auszuführen, da die Batterie nach der Ladung — nach Angabe des Herstellerwerkes — mindestens noch 10 h im offenen Zustande zwecks Entgasung stehenbleiben muß. Wird dies nicht beachtet und die Batterie vorzeitig in das Gehäuse eingebaut, so können die ausströmenden Gase die Metallteile angreifen und damit Anlaß zu Störungen geben. Die Bedienungsanweisung verlangt ferner, daß die Metallteile der Batterie des öfteren mit lauwarmen Wasser gereinigt und anschließend mit Vaseline oder einem entsprechenden Öl einzufetten sind. Auch ist eine ständige Kontrolle der Kalilauge erforderlich. Je nach den gegebenen Umständen ist Kalilauge oder destilliertes Wasser nachzufüllen. Beim Hantieren mit Kalilauge ist größte Vorsicht geboten, da sie sehr ätzend auf die Haut und zerstörend auf Kleidungsstücke wirkt. Die während der Ladung freiwerdenden Gase haben außerdem explosiven Charakter. Die Batterie ist ferner vor Schlag und Hitze zu schützen. Letzteres trifft für die vorangegangenen zwei Batteriearten ebenfalls zu.

Im Bild 6 ist der Spannungsverlauf einer Dauerentladung an einer NC 8,4 V /1,5 Ah dargestellt. Die erreichte Stundenzahl von 33 Stunden entspricht der angegebenen Kapazität von 1,5 Ah. Bild 7 zeigt die intermittierende Entladung. Der geringe Spannungsanstieg während der Ruhepausen ist klar ersichtlich. Eine Lebensdauerprüfung an einer NC 8,4 V /1,5 Ah, welche zur Zeit noch nicht abgeschlossen ist, erbrachte bis jetzt etwa 300 Betriebsstunden.

Zum Abschluß seien die Hauptmerkmale der drei Batterietypen nochmals kurz zusammengefaßt.

1. Primär-(Trocken-)Heizbatterie

   Praktisch trocken und ohne schädliche Gasbildung, in jeder Lage betriebssicher, nicht nachladbar, keinerlei Wartung, Dauerentladung ungünstig, intermittierende Entladung (4 h täglich) vorteilhaft, verhältnismäßig großer Spannungsabfall während der Entladezeiten.

2. Trockenakkumulatoren-Heizbatterie

   Flüssigkeitsdicht und ohne schädliche Gasbildung, in jeder Lage betriebssicher, beschränkt nachladbar, bis auf Beachtung der Ladezeiten keinerlei Wartung, Dauerentladung unschädlich, intermittierende Entladung ohne besonderen Vorteil, Entlade- und Nachladebetrieb (etwa 20 h entladen — etwa 20 h nachladen) günstig, gute Spannungskonstanz.

3. Akkumulatoren-Heizbatterie

   Zellenverschluß mittels Schraube und Ventil, kippsicher — aber nicht in jeder Lage betriebssicher, Lademöglichkeit entspricht normalen Akkumulatoren, sorgfältige Wartung unbedingt erforderlich, Dauerentladung unschädlich, intermittierende Entladung ohne besonderen Vorteil, Lade- und Entladebetrieb günstig, gute Spannungskonstanz.

Diese kurzen Hinweise sollen dazu beitragen, einige Unklarheiten und Zweifel über die Radiokoffer-Heizbatterien zu beseitigen.

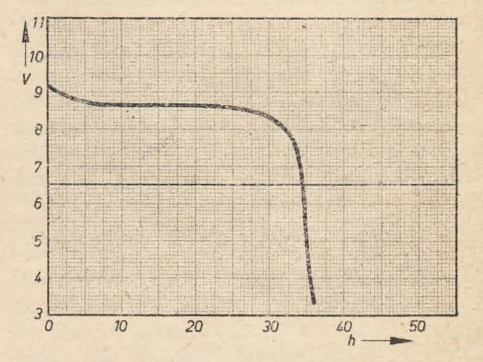


Bild 6: Dauerentladung an einer Radio-Heizbatterie NC 8,4 V/1,5 des VEB Eltro-Weida. Entladestrom 0,05 A. Alter der Batterie: 8 Tage

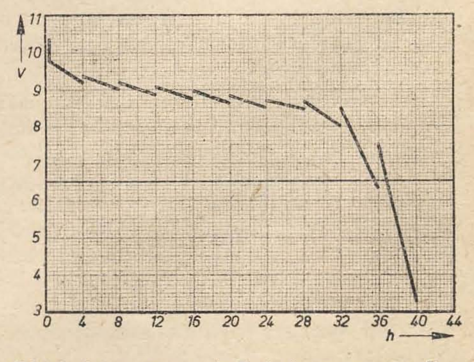


Bild 7: Intermittierende Entladung an einer Radio-Heizbatterie NC 8,4/1,5 des VEB Eltro-Weida, Entladestrom 0,05 A. Entladezyklus: 4 h täglich. Alter der Batterie: 11 Tage

 1. Teil siehe Nr. 11 (1956) S. 324

Plaste oder organische Kunststoffe als Isolierstoffe der Elektrotechnik 2. Teil

5. Polystyrol

Der Ausgangsstoff ist hier Benzol C_6H_6. Die sechs C-Atome sind untereinander zu einem Ring verbunden. Ersetzt man nun ein H-Atom durch eine „Vinylgruppe" $CH_2{=}CH-$ (diese Atomgruppe ist uns schon vom Vinylchlorid her bekannt, wo sie mit einem Cl-Atom verbunden ist), so erhält man das Vinylbenzol oder auch Styrol genannt, eine helle, nach Benzol und Stadtgas riechende Flüssigkeit mit der Formel:

```
       H      H
        \    /
         C=C
         |   \
         C    H
        / \\
    H—C     C—H    =   C6H5 (CH=CH2)
      ||    |
    H—C     C—H
        \  //
         C
         |
         H
```

$$= C_6H_5\,(CH{=}CH_2)$$

Das monomere Styrol läßt sich sehr leicht polymerisieren, wobei wie beim Vinylchlorid die Doppelbindung —C=C— durch die Wirkung von Katalysatoren aufgespalten wird und sich Tausende von Styrolmolekülen zu einem kettenförmigen Großmolekül „Polystyrol" verbinden:

$$\begin{array}{ccccccccccccccc} & H & & H & & H & & H & & H & & H & & H & \\ & | & & | & & | & & | & & | & & | & & | & \\ \cdots - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - \cdots \\ & | & & | & & | & & | & & | & & | & & | & \\ & H & & C_6H_5 & & H & & C_6H_5 & & H & & C_6H_5 & & H & \end{array}$$

Was sagt uns diese Formel? Erstens, daß Polystyrol der Gestalt nach ein Fadenmolekül, also ein Thermoplast ist. Es läßt sich sogar zu einer wasserklaren Flüssigkeit schmelzen und stellt daher eine vorzügliche Spritzgußmasse dar, aus der heute viele Dinge hergestellt werden. Zweitens besteht Polystyrol nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff, ist also, wie Paraffin oder die Flüssigkeiten Benzin und Mineralöl, ein reiner „Kohlenwasserstoff". Die Wasseraufnahmefähigkeit ist daher so gut wie Null, es besitzt also sehr gute elektrische Isoliereigenschaften. Drittens sind keine nach außen hin elektrisch erscheinenden „polaren Atomgruppen" vorhanden. Nach den vorhergehenden Ausführungen muß daher Polystyrol hervorragende dielektrische Eigenschaften besitzen. Der dielektrische Verlustfaktor $\tan\delta$ ist äußerst klein, etwa 0,0002 und Polystyrol damit ein hervorragender Isolierstoff für die Hochfrequenztechnik. Die Dielektrizitätskonstante beträgt 2,3 bis 2,5. Hinzu kommen noch gewisse andere Eigenschaften: Die Wichte ist sehr klein, nämlich 1,05 p/cm³, die Wärmeformbeständigkeit nach Martens beträgt etwa 70°. Oberhalb dieser Temperatur beginnt Polystyrol weich zu werden. Es hat gute Festigkeitseigenschaften, ist jedoch ziemlich spröde und daher für schlagartige Beanspruchung nicht geeignet. Es ist glasklar und kann in allen Farben eingefärbt werden. Bei der Verwendung als Spritzgußmasse ist zu beachten, daß die spröden Formkörper keine Spannungen erhalten (eventuell die Spannungen durch Tempern bei 84° ausgleichen) und sich die körnige Spritzgußmasse beim Entnehmen aus den Vorratssäcken nicht durch Reibung elektrostatisch auflädt und dann Staub anziehen kann. Eine durch Staub verunreinigte Masse gibt natürlich keine klaren Produkte mehr. Größte Sauberkeit ist also notwendig. Ferner muß auf die richtige Spritztemperatur, Spritzzeit und den geeigneten Spritzdruck geachtet werden. Man unterscheidet verschiedene Sorten:

Polystyrol BW ist die übliche spritzgußfertige Sorte (Spritztemperatur 150 bis 170°) und für die glasklar zu haltenden Produkte geeignet.

Polystyrol EF mit einem höheren Polymerisationsgrad (längere Großmoleküle) ist preßtechnisch verarbeitbar. Vor einem Verspritzen muß erst ein gewisser thermischer Abbau vorgenommen werden (10 min bei 140° zwischen Walzen). Diese Sorte hat etwas höhere Festigkeitswerte und eine etwas höhere Wärmeformbeständigkeit nach Martens von etwa 75°.

Polystyrol EN ist ein Mischpolymerisat, das heißt, bei der Polymerisation wurde ein Gemisch von zwei verschiedenen Monomeren genommen (70% Styrol und 30% Akrylnitril). Die Kette des Großmoleküls besteht also aus zwei verschiedenen Kettengliedern. Diese Sorte ist öl- und benzinfest und für Drucklettern geeignet. Es hat eine Wärmeformbeständigkeit von etwa 85°, ist weniger spröde, besitzt aber schlechtere dielektrische Eigenschaften.

Unter dem Namen Amenit ist ein Polystyrol mit mineralischen Füllstoffen (Quarzmehl + Glimmer) herausgekommen. Die Wärmeformbeständigkeit konnte hier auf 88° erhöht werden, jedoch sind Biegefestigkeit und Schlagzähigkeit geringer. Die Bemühungen, die Wärmeformbeständigkeit des Polystyrols durch die Wahl geeigneter Mischpolymerisate bis zum Kochpunkt des Wassers zu erhöhen, sind bisher nur auf Kosten der elektrischen Eigenschaften gelungen.

Das ziemlich spröde Polystyrol kann durch einen Reckprozeß bei etwa 100° und Abkühlen im gereckten Zustande in eine biegsame reißfeste Folie von 0,02 bis 0,15 mm Stärke verwandelt werden, die unter dem Namen „Styroflex" als Isolierfolie für Breitbandkabel (Fernsehkabel) und als Dielektrikum für Kondensatoren an Stelle von Glimmer bekannt geworden ist. Das erhitzte Polystyrol wird mit einem bestimmten Druck durch eine Ringdüse zu einem Schlauch geformt, der durch eine bestimmte Abzugsgeschwindigkeit eine Längsreckung von 100 bis 500% und gleichzeitig durch Herüberziehen über eine Spreizvorrichtung auch eine Reckung in Querrichtung erhält. Der zu einem schmalen Rechteck gestreckte Schlauch wird dann nach dem Erkalten an den Seiten aufgeschnitten. Die Zerreißfestigkeit ist auf 700 bis 800 kp/cm² erhöht worden. Einseitig gereckte Fäden erhalten die Veränderung nur in der Längsrichtung und dienen, zum Beispiel in Wendelform um den Leiter gelegt, zum Abstandhalten der Isolation bei Koaxialleitern. Die inneren Vorgänge, die zu dieser großen Veränderung der mechanischen Eigenschaften führen, sind folgende: Wie schon früher erwähnt, liegen die knäuelartig gestalteten Großmoleküle wattebauschartig durcheinander. Durch das Recken in der Wärme werden die Großmoleküle auseinandergezogen und mehr oder weniger parallel zueinander ausgerichtet. Es entsteht eine Art Faserstruktur und daher die Biegsamkeit. Aus dem gleichen Grund erhielt auch die im vorigen Abschnitt erwähnte PeCe-Faser ihre textilfadenartige Biegsamkeit durch einen Warmreckprozeß (der Perlonseidenfaden erhält seine Eigenschaften durch ein Kaltrecken). Unterhalb des Erweichungspunktes bleibt dieser Zustand der parallel ausgerichteten Fadenmoleküle bestehen. Er ist gewissermaßen „eingefroren". Erwärmt man jedoch diese Folien oder Fäden auf den Erweichungspunkt — für Styroflex und die PeCe-Faser oberhalb 70° —, so wird die Beweglichkeit der Großmoleküle so gesteigert, daß sie sich wieder knäuelartig zusammenziehen. Die Styroflexfolie schrumpft wieder zusammen und erhält die alte Sprödigkeit des normalen Polystyrols (die PeCe-Faser und der Perlonseidenfaden werden eine steife Borste).

6. Polyvinylkarbazol

Das Molekül des monomeren Vinylkarbazols mit der Formel $(C_6H_4)_2N{-}CH{=}CH_2$ besteht aus zwei Benzolringen, die miteinander durch ein Stickstoffatom verbunden sind, und einer Vinylgruppe. Das Polymerisat mit dem Handelsnamen Luvican M 170 ist ein durchsichtiger harter Werkstoff mit ähnlichen Eigenschaften wie Polystyrol, jedoch mit einer für Polymerisate ungewöhnlich hohen Wärmeformbeständigkeit nach Martens, nämlich 160 bis 170°. Andererseits liegen dadurch die Verarbeitungstemperaturen um 100 bis 150° höher als bei Polystyrol, so

daß es also bedeutend schwieriger zu verarbeiten ist. Dieser Plast wird daher in der Hochfrequenztechnik nur gewählt, wenn die Wärmeformbeständigkeit des Polystyrols nicht ausreicht.

7. Polyäthylen

Das Gas Äthylen mit der einfachen Formel

$$\begin{array}{ccc} H & & H \\ & \diagdown \; \diagup & \\ & C{=}C & \\ & \diagup \; \diagdown & \\ H & & H \end{array}$$

konnte bis vor kurzem nur unter einem sehr hohen Druck von etwa 1500 kp/cm² bei etwa 200° zu einer zähfesten weißen mehr oder weniger transparenten Masse polymerisiert werden, die eine Wichte von 0,92 p/cm³ besitzt, also auf dem Wasser schwimmt. Dieses Hochdruckpolymerisat mit dem Handelsnamen Lupolen H hat einen Schmelzpunkt von etwa 110° und eine Zerreißfestigkeit von 130 bis 200 kp/cm² bei einer Bruchdehnung von 350 bis 600%. Durch ein Kaltrecken kann man wieder in Zugrichtung die Zerreißfestigkeit auf etwa 900 kp/cm² erhöhen. Bei einer Erwärmung gehen die Festigkeitswerte natürlich zurück, so daß für mechanisch beanspruchte Teile eine Temperatur von etwa 60° nicht überschritten werden soll. Andererseits besitzt Polyäthylen auch bei tiefen Temperaturen keine große Sprödigkeit. So kann man es zum Beispiel für Wasserleitungsrohre verwenden, die beim Gefrieren nicht platzen, oder für schwer zerbrechliche und außerdem leichte Flaschen. In letzter Zeit führte nun die Entdeckung, daß äußerst kleine Beimengungen besonderer Stoffe bestimmte Katalysatoren (Kontaktstoffe) stark in ihrer Wirkung beeinflussen können, zu Katalysatoren, mit deren Hilfe schon bei Normaldruck und Temperaturen von 20 bis 70° Äthylen polymerisiert werden kann. Dieses Niederdruckpolyäthylen kam 1955 von den Höchster Farbwerken unter dem Namen Hostalen in den Handel und übertrifft das Hochdruckpolyäthylen in einigen Eigenschaften, zum Beispiel in der Wärmefestigkeit und der Zugfestigkeit. Der Schmelzpunkt liegt zwischen 125 und 131°, die Zugfestigkeit (der Streckgrenze entsprechend) bei einem gepreßten Prüfstabe bei 190 kp/cm² mit einer Dehnung von 16% bei Fließbeginn und die Zerreißfestigkeit bei 240 kp/cm² mit einer Bruchdehnung von 800 bis 1000%. Gereckte Folien können wieder bedeutend höhere Festigkeit erreichen.

Polyäthylen ist ein reiner Kohlenwasserstoff (besteht nur aus C und H genau wie Polystyrol), hat daher nach dem unter Nr. 5 Ausgeführten eine äußerst geringe Wasseraufnahmefähigkeit und zeichnet sich wieder durch hervorragende elektrische Isoliereigenschaften aus. Der spezifische Widerstand beträgt $10^{17}\,\Omega$ cm. Aus dem gleichen Grunde ist auch der dielektrische Verlustfaktor $\tan\delta$ sehr klein und nahezu frequenzunabhängig. Für das Hochdruckpolyäthylen beträgt $\tan\delta$ $1 - 3 \cdot 10^{-4}$ und die Dielektrizitätskonstante ε 2,3. Für das Niederdruckpolyäthylen ist $\tan\delta$ etwas höher, bis 10^3 Hz zwar noch in der Größenordnung 10^{-4}, jedoch bei 10^4 bis 10^7 Hz nur in der Größenordnung 10^{-3}.

Die Verarbeitung kann nach dem Schneckenspritz- oder Spritzgußverfahren erfolgen. Nur muß ein ziemlich hohes Schwindmaß bzw. ein hoher Ausdehnungskoeffizient berücksichtigt werden. Spritztemperatur (180 bis 240°), Spritzdruck und Nachdruckzeit sind also richtig zu wählen. Ferner muß die Abkühlung langsam erfolgen, um lunkerfreie Formstücke zu erhalten bzw. Rißbildung zu vermeiden. Auch durch Heißpressen oder Heißwalzen läßt sich Polyäthylen verarbeiten. Folien werden meist durch Aufblasen eines Schlauches hergestellt, der dann aufgeschnitten wird. Wünscht man besonders gute Werte für $\tan\delta$, so ist bei einer Warmverarbeitung durch Walzen usw. zu beachten, daß oberhalb 140° durch Luftsauerstoff polare Atomgruppen entstehen können, welche die dielektrischen Eigenschaften verschlechtern würden. Durch Zumischen besonderer Stabilisatoren kann man diese Wirkung verhindern. Kabelmantelmischungen werden schwarz gefärbt, da weiße Mischungen geringe Wetterbeständigkeit besitzen. Polyäthylen zeichnet sich auch neben der sehr geringen Wasseraufnahmefähigkeit durch eine ebenfalls sehr geringe Durchlässigkeit für Wasserdampf aus und ist daher für feuchtigkeitsdichte Kabelmäntel sowie als Schutz von ölgetränkten Kabeln sehr gut geeignet. Nur wenn ein Überzug aus Igelit beabsichtigt ist, muß man bedenken, daß der im Igelit vorhandene Weichmacher in das Polyäthylen hineinwandern und eine geringe Quellung verursachen kann.

8. Polyisobutylen

Auch dieses Polymerisat, das unter dem Namen Oppanol bekannt geworden ist, hat reinen Kohlenwasserstoffcharakter und ist daher ein guter Isolierstoff für die Hochfrequenztechnik.

Das monomere Isobutylen hat die Formel

$$\begin{array}{ccc} H & & CH_3 \\ & \diagdown \; \diagup & \\ & C{=}C & \\ & \diagup \; \diagdown & \\ H & & CH_3 \end{array}$$

. Das fadenförmige Großmolekül des Polymerisates hätte dann die Formel:

$$\begin{array}{ccccccc} & & CH_3 & & CH_3 & & CH_3 \\ & & | & & | & & | \\ \cdots -CH_2 & - & C & -CH_2- & C & -CH_2- & C- \cdots \\ & & | & & | & & | \\ & & CH_3 & & CH_3 & & CH_3 \end{array}$$

Die niederen Polymerisate mit kürzeren Fadenmolekülen sind zähflüssige Öle oder klebrige Massen. Die hochmolekularen Produkte stellen kautschukähnliche, elastische, farblose Massen dar mit einer Wichte von nur 0,93 p/cm³, die bei langsamer Beanspruchung eine außerordentliche plastische Dehnbarkeit besitzen. Diese Erscheinung nennt man „kalter Fluß". Infolge der geringen Festigkeit können keine festen Formkörper daraus hergestellt werden. Betrachtet man die oben angegebene chemische Formel des Großmoleküls, so fallen die vielen kleinen Seitenketten in Form von CH_3-Gruppen auf. Daher können sich die einzelnen Fadenmoleküle nicht so innig berühren wie bei Polyäthylen, so daß die molekularen Anziehungskräfte, welche die Festigkeit eines Körpers bewirken und allgemein mit dem Wort „Kohäsion" bezeichnet werden, weniger wirksam sein können. Hierdurch wird die geringe Festigkeit erklärt. Da bei Raumtemperatur und Temperaturen bis 140° durch längere mechanische Bearbeitung ein Abbau der Großmoleküle zu beobachten ist, erfolgt die Verarbeitung durch Walzen, Pressen, Kneten usw. bei 150 bis 200°, wobei Oppanol eine ungewöhnlich hohe Aufnahmefähigkeit für die verschiedensten Füllstoffe, wie Ruß, Glimmermehl, Quarzmehl, Kaolin usw., besitzt. Auch Paraffin, Polyäthylen und Polystyrol können zugemischt werden, um daraus hergestellten Folien besondere Eigenschaften zu geben. In der Elektrotechnik wird Oppanol als Isolierstoff in der Hochfrequenztechnik, für Wickelkondensatoren, Fernmeldekabel, Kabelmäntel, elastische Vergußmassen und für ozonfeste Isolierstoffe verwendet.

Die in den Abschnitten 5 bis 8 behandelten Plaste sind die Isolierstoffe, die in der Hochfrequenztechnik auf Grund ihres besonders kleinen dielektrischen Verlustfaktors Verwendung finden. Sie werden noch durch gewisse keramische Isolierstoffe ergänzt. Im folgenden sollen noch einige wichtige Plaste besprochen werden, die ebenfalls in der Elektrotechnik sowohl als Isolierstoff als auch Baustoff in Frage kommen.

9. Akrylharze

Hier ist besonders der Polymethacrylsäuremethylester hervorzuheben, der unter dem Namen Plexiglas bekannt geworden ist. Der VEB Stickstoffwerk Piesteritz stellt jetzt dieses „organische Glas" unter dem Namen Piacryl P her. Dieser kristallklare Plast in Form von Platten und Röhren hat die optischen Eigenschaften des gewöhnlichen Glases, jedoch nur eine Wichte von 1,18 p/cm³, während gewöhnliches Glas eine Wichte von etwa 2,6 p/cm³ aufweist. Er ist daher der gegebene Werkstoff für Flugzeugkanzeln. Ferner dient Piacryl P als Sicherheitsglas, da es elastisch, also stoßnachgebend ist, eine siebenmal größere Schlagbiegefestigkeit als gewöhnliches Glas besitzt und beim Zerspringen nur ungefährliche Bruchstücke, also keine scharfkantigen Splitter gibt. Daß man es leicht verarbeiten kann, ist ein weiterer Vorteil. Es läßt sich wie Holz bohren, sägen, drehen, schneiden, kleben usw. und ist thermoplastisch. Die Wärmeformbeständigkeit nach Martens beträgt 65°. Bei 130 bis 140° nimmt es eine gummiartig lappige Form an und kann dann leicht verformt werden. Zur Schonung der Oberfläche muß man es entweder freihängend oder auf glatten einwandfreien Scheiben in einem Wärmeschrank erwärmen. Danach wird es über erhabene Formen gelegt, damit es diese Form annimmt, oder vorsichtig in einem Gesenk gepreßt. Direkte Strahlungswärme ist zu vermeiden. Auch durch Anblasen mit Luft kann es im

warmen Zustand geformt werden. Da die Oberfläche sehr empfindlich ist, muß man beim Verformen vorsichtig zu Werke gehen, wenn die optischen Eigenschaften nicht vermindert werden sollen. Der einzige Nachteil dieses organischen Glases ist die geringe Ritzhärte der Oberfläche. Piacryl P brennt mit leuchtender Flamme, ist aber schwer entflammbar. Da es eine sehr geringe Wasseraufnahmefähigkeit besitzt, hat es gute elektrische Isoliereigenschaften. Allerdings ist der dielektrische Verlustfaktor tan δ ziemlich hoch, nämlich bei 800 Hz etwa 0,02 bis 0,07. Dies ist eine Folge der vorhandenen polaren Atomgruppen (CO-Gruppen), wie die folgende Formel zeigt:

```
           CH3          CH3          CH3
            |            |            |
··· —CH2—C—CH2—C—CH2—C—CH2—···
            |  O         |  O         |  O
            | //         | //         | //
            C            C            C
             \            \            \
              O            O            O
               \            \            \
                CH3          CH3          CH3
```

Piacryl P wird auch für Lehren, Zeichengeräte und durchsichtige Anschauungsmodelle (der gläserne Motor, der gläserne Mensch usw.) verwendet.

10. Polyamide

Die Polyamide bilden eine große Gruppe von Plasten, die eine gewisse Ähnlichkeit mit Eiweißstoffen haben. Die einen sind mehr hornartig, andere mehr lederartig. Auch sie bestehen aus fadenförmigen Großmolekülen, für deren Aufbau die verschiedensten Ausgangsstoffe gewählt werden können. Zur Zeit werden in der Deutschen Demokratischen Republik zwei Sorten hergestellt: Polyamid AH Schkopau mit Schmelzpunkt 240° (bekannt geworden als Ausgangsstoff für die Nylonfaser) und Polyamid Leuna mit Schmelzpunkt 215° (Ausgangsstoff für die Perlonfaser). Diese Plaste zeichnen sich durch eine außerordentlich hohe Schlagzähigkeit und gute Abreibfestigkeit bei einer Zugfestigkeit von 600 bis 700 kp/cm² aus. Die Wärmeformbeständigkeit nach Martens beträgt 60°. Da das Temperaturgebiet für eine thermoplastische Verarbeitungsmöglichkeit nahe am Schmelzpunkt liegt, werden sie meist nach dem Spritzgußverfahren unter Anwendung von Spezialdüsen verarbeitet. Sie müssen unter Luftabschluß, am besten in einer Stickstoffatmosphäre zum Schmelzen gebracht werden. Zu beachten ist, daß Polyamide leicht aus der Luft Feuchtigkeit aufnehmen. So beträgt die Wasseraufnahmefähigkeit für Polyamid AH Schkopau bei Raumtemperatur und 65% relativer Luftfeuchtigkeit bis 3,5% Wasser, bei dauernder Lagerung in Wasser maximal 8,5%. Für Polyamid Leuna liegen die Werte noch ein wenig höher. Da für eine Spritzgußverarbeitung der Feuchtigkeitsgehalt unter 0,5% liegen muß, ist die Masse gegebenenfalls vor der Verwendung zu trocknen. In kochendem Wasser bleiben die Gegenstände formbeständig. Sie nehmen zwar bis etwa 11% Wasser auf, zeigen aber nach dem Erkalten und Trocknen wieder ihre alte Beschaffenheit. Auch gegenüber den gebräuchlichen Lösungsmitteln sind Polyamide beständig. Sie sind nur löslich in konzentrierter Ameisensäure, Phenolen und einigen Speziallösungsmitteln. Polyamide lassen sich durch Bohren, Sägen usw. verarbeiten und sind auch schweiß- und klebbar. Zahnräder aus Polyamiden haben eine höhere Abreibfestigkeit als Messing und bewirken einen geräuschlosen, schwingungsdämpfenden Gang. Das Gegenrad kann aus gleichem Material bestehen. Auch Lager, Gehäuse, Apparateteile usw. lassen sich herstellen. Metallteile und Lenkräder können umspritzt werden. Polyamidfolien, zum Beispiel Perfol, sind in Form der abwaschbaren durchsichtigen Frühstücksbeutel allgemein bekannt. Bänder und Folien dienen auch für Treibriemen. Durch einen Reckprozeß, das heißt durch Parallelrichten der Fadenmoleküle, kann man die Zugfestigkeit in der Reckrichtung auf über 2000 kp/cm² erhöhen. Hierauf beruht auch die Herstellung der Perlonseide. Der aus der Spinndüse austretende Schmelzfaden wird nach dem Erkalten auf das Drei- bis Fünffache kalt gereckt. Den hohen Anstieg der Festigkeit durch das Recken kann man sich folgendermaßen erklären: Das Großmolekül eines Polyamids besitzt viele positiv und negativ geladene polare Atomgruppen. Durch das Parallelausrichten kommen die fadenförmigen Großmoleküle dicht miteinander in Berührung, so daß sich viele von den entgegengesetzt geladenen polaren Atomgruppen gegenseitig anziehen können, wodurch die einzelnen Großmoleküle untereinander besonders stark festgehalten werden.

Infolge der schon erwähnten ziemlich hohen Wasseraufnahmefähigkeit stellen Polyamide keine hochwertigen Isolierstoffe dar und sind nur für mittlere elektrische Beanspruchung geeignet, zum Beispiel in Form von Folien im Elektromaschinenbau (Perfol und Isolierfolie P der Agfa Wolfen). Es ist jedoch gelungen, aus Polyamiden und einem anderen aushärtbaren Harz einen Isolierlack herzustellen, bei dem die Isoliereigenschaften auch bei Vorhandensein von Feuchtigkeit noch genügen. Dieser Drahtlack L 51, Leuna haftet auch fest auf Aluminium. Diese Eigenschaft hat eine große volkswirtschaftliche Bedeutung, weil dadurch im Elektromotorenbau die bisher mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrähte durch Aluminium ersetzt werden können, ohne einen größeren Raumbedarf zu benötigen (bekanntlich muß ein Aluminiumleiter, der gleiche Leitfähigkeit wie Kupfer haben soll, einen 1,6fachen Querschnitt und einen 1,27fachen Durchmesser besitzen). Bisher kannte man keinen auf Aluminium haftenden Drahtlack. Die mit dem neuen Lack überzogenen Drähte sind unter dem Namen Isoperlonlackdrähte erhältlich. Die sehr dünne Lackschicht ist außerordentlich biegsam, schlag- und scheuerfest. Verdrillte Lackdrähte lassen sich auf die Hälfte ihres Durchmessers breitschlagen, ohne daß die Lackschicht beschädigt oder die Isolierfähigkeit wesentlich beeinträchtigt wird. Der Lack ist auch gegen die Lösungsmittel der Tränklacke widerstandsfähig.

11. Epoxydharze

Diese neuartigen Harze sind zuerst vor einigen Jahren in der Schweiz unter dem Namen Araldit herausgekommen. Inzwischen sind auch in der Deutschen Demokratischen Republik zahlreiche Typen entwickelt worden, deren technische Herstellung jetzt begonnen hat. Es handelt sich um pulverförmige, etwas klebrige oder auch zähflüssige Harze, die aus kürzeren Fadenmolekülen bestehen und als Kleb-, Gieß- und Verbundharze Verwendung finden. Die eigentliche mechanische Festigkeit erhalten sie erst durch einen Aushärtungsprozeß mit Hilfe eines besonderen Härtemittels, das dem Harz kurz vor dem Gebrauch zugemischt wird, da die fertige Mischung nur eine bestimmte Zeit haltbar ist. Man unterscheidet „heißhärtende" und „kalthärtende" Härter. Das heißhärtende Klebharz AK-1 kann als fertige Mischung hergestellt werden, da diese in Form von Pulver oder Stangen bis zu zwei Jahren gebrauchsfertig bleibt. Wie schon im Abschnitt 2.3 dargelegt wurde, beruhen Aushärtungsvorgänge auf einer „Vernetzung" der Großmoleküle, wodurch der Plast in der Wärme nicht mehr erweichen kann und in Lösungsmitteln unlöslich wird. Die verhältnismäßig kurzen Fadenmoleküle des Epoxydharzes besitzen an ihren Enden und auch an ihrer Längenausdehnung bestimmte Atomgruppen, die durch die Vermittlung des Härters miteinander oder mit den Molekülen des Härters reagieren können, so daß sich im Laufe der Aushärtung allmählich alle Fadenmoleküle untereinander zu großen netzartigen räumlichen Gebilden verbinden, Gleichzeitig können auch die Moleküle des Härters als „Brükken" zwischen zwei Fadenmolekülen mit eingebaut werden. wie Bild 5 schematisch zeigen soll.

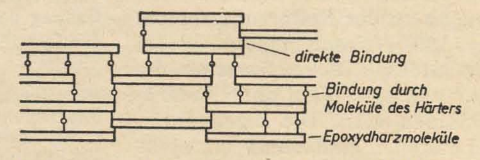


Bild 5: Aushärtung eines Epoxydharzes, schematisch dargestellt

Da sich hierbei keine flüchtigen Bestandteile abscheiden, können keine Blasen entstehen, so daß für die Aushärtung kein Druck erforderlich ist. Eine Heißaushärtung bewirkt höhere Festigkeitswerte als eine Kaltaushärtung.

Die Epoxydharze zeichnen sich durch eine außerordentlich hohe Haftfestigkeit an vielen Werkstoffen aus (auch an Leichtmetallen, Porzellan, vielen Plasten usw.). So kann man Flugzeug- und Karosserieteile miteinander verkleben. Die sorgfältig gereinigten und eventuell aufgerauhten Metallflächen

werden auf etwa 150° erwärmt, das oben erwähnte Klebharz AK-1 zum Beispiel in Form von Pulver aufgebracht und nach Zusammenfügen der Teile bei 140° in 30 Stunden oder bei 200° in 30 Minuten ausgehärtet. Bei einer einschnittig überlappten Klebverbindung erreicht man eine spezifische Scherzerreißfestigkeit von $\approx$ 3,6 kp/mm². Bei der Fertigung von Rundfunkröhren kann man Glas mit Metall verbinden. Für Hochfrequenzgeräte kann man durch Verkleben der Blechpakete Transformatoren herstellen, die nicht brummen. Komplizierte Porzellanteile können zusammengeklebt werden usw. Bestimmte Typen bilden vorzügliche Gießharze, mit denen man im elektrischen Apparatebau stromführende Teile umhüllen oder mit anderen Teilen zu einem Verband vereinigen kann. Spulensätze, ganze Apparateteile, Kondensatoren usw. kann man in das durchsichtige Harz einbetten und erschütterungsfreie Geräte bzw. infolge Raumersparnis Kleinstgeräte herstellen. Auch für die Hochspannungstechnik kann man sie für hochwertige Isolationen verwenden, für Trockenstrom- und Spannungswandler, Meßtransformatoren usw. Die Wasseraufnahmefähigkeit ist sehr gering. Für den Gießharztyp AG-1 beträgt der dielektrische Verlustfaktor tan δ bei 20° und 800 Hz $40 \cdot 10^{-4}$, bei 10^5 Hz $151 \cdot 10^{-4}$, bei 10^6 Hz $200 \cdot 10^{-4}$, die Dielektrizitätskonstante $\varepsilon \approx 3{,}6$. Als Beispiel sei die Handhabung des heißhärtenden Gießharzes AG-1 näher beschrieben. Das etwas klebrige feste Harz wird bei 130° zum Schmelzen gebracht, ebenso der dazugehörige pulverförmige Härter AH-1. Sind keine Luftblasen mehr vorhanden, so werden die beiden Schmelzen im Gewichtsverhältnis 100 : 30 miteinander vermischt. Diese Mischung muß nun innerhalb 30 bis 45 Minuten in die Formen gegossen werden, wobei Metallteile mit eingehüllt werden können. Infolge der großen Haftfestigkeit muß die Form mit einem Trennmittel, zum Beispiel einem Silikonfett oder einer geeigneten Folie, versehen sein. Die Aushärtung erfolgt in der Wärme, wobei die Härtungszeit um so kürzer ausfällt (allerdings auch die Schwindung um so höher), je höher man die Temperatur wählt. Bei 100° beträgt sie 24 bis 48 Stunden (Schwindung 0,6%), bei 130° 15 Stunden (Schwindung 1,5%) und bei 200° 1 bis 2 Stunden (Schwindung 2,2%). Die Abkühlung soll langsam erfolgen, um Spannungen zu vermeiden. Zur Abwandlung bestimmter Eigenschaften, wie zum Beispiel der Wärmeausdehnung, oder zur Verbilligung kann man auf 100 Teile Harz 200 bis 300 Teile Füllstoffe, wie Quarzmehl, Kaolin usw., zumischen. Schluß folgt

Lötverbindungen

Im Heft 9 (1955) der „Technischen Berichte" des amerikanischen Western Union-Konzerns wird ausführlich über Folgerungen berichtet, die aus den Materialeigenschaften von Lötmetall und Flußmittel für die Lötarbeit gezogen werden sollten. In Anbetracht, daß in der deutschen Fernmeldeindustrie und anderen Betrieben jährlich Millionen von Lötstellen gefertigt werden müssen, kommt dem Erfahrungsbericht, der auf langjährigen Untersuchungen der Western-Union-Fabriken basiert, besondere Bedeutung zu.

Die gewöhnlich als Lötmetall verwendete Blei-Zinnlegierung geht nur in eutektischer Mischung (38% Pb, 62% Sn) bei 183° ohne Zwischenstadium vom festen in den flüssigen Zustand über. Bei allen anderen Mischungsverhältnissen mit einem Zinnanteil von 19 bis 98% tritt oberhalb von 183° zunächst ein breiiger Zustand ein, so daß zum Beispiel bei einem 35prozentigen Zinnanteil der flüssige Zustand erst bei 247° erreicht wird. Die gleichen Umwandlungstemperaturen gelten beim Abkühlungsprozeß. In der Zeit, in der sich das Lötmetall im breiigen Zustand befindet, ist eine Bewegung der durch Lötung zu verbindenden Leiter besonders gefährlich. Je höher das Lötmetall erhitzt war, desto länger bleibt es bei der Abkühlung in dem gefährdenden Temperaturbereich. Dieser erstreckt sich nach unten bis zu der Erstarrungstemperatur von 183° (einschließlich), wobei wegen der latenten Schmelzwärme die Temperatur von 183° nicht ohne Aufenthalt durchlaufen wird. Die sogenannten „kalten" Lötstellen sind daher oft nicht auf zu geringe Temperatur des Lötmetalls, sondern gerade auf zu hohe Temperatur und anschließende Bewegung zurückzuführen. Bei der Warnung vor zu hohen Löttemperaturen wird auch auf die weiteren Schäden hingewiesen, die bei der Lötarbeit in der Umgebung auftreten können.

Einen breiten Raum in der Berichterstattung nehmen die Untersuchungen der verwendeten Flußmittel ein. Daraus geht hervor, daß wasserhellem Kolophonium gegenüber allen anderen Flußmitteln mit Weichmachern und anderen Aktivierungssubstanzen der Vorzug zu geben ist. Kolophonium hat unter anderem den besten Isolationswert. Weiter besteht keine Korrosionsgefahr. Auch beim Verwenden von Kolophonium sollen zu hohe Löttemperaturen vermieden werden, da es oberhalb 290° unwirksam ist und unter Umständen sogar hindernd wirken kann. Andere untersuchte Flußmittel hatten zum Teil eine fast zehnfache elektrische Leitfähigkeit und waren für das Versagen bestimmter Geräte verantwortlich zu machen.

Der Western Union-Konzern fordert von seiner Fertigung, daß bei normalen Geräten ein Grenzwert von einer schlechten auf 10000 vorgenommene Lötungen eingehalten wird. Im Vergleich zu anderen Betrieben mit ähnlich gelagerten Verhältnissen liegt der Durchschnitt für 10000 Lötungen bei 763. Der Technologie der Lötverbindungen ist also besondere Bedeutung beizulegen. *Bau-*

Nach Western Union Techn. Rev. 9 (1956)



Nikola Tesla

Der vor 100 Jahren, am 10. Juli 1856, in Smiljan in Dalmatien geborene kroatische Physiker Nikola Tesla ging 1877 zum Studium auf das Polytechnikum Graz und anschließend zwei Jahre auf die Universität Prag, wo er bei Versuchen mit Gleichstrommotoren bereits die Ansicht äußerte, daß es möglich sein müsse, Motoren ohne Bürsten zu bauen. Er erfand 1881 in Budapest das Drehfeld und den darauf beruhenden Drehstrommotor, der sich über die ganze Erde verbreitete. Damit wurde er zum Begründer der Mehrphasensysteme und der modernen Kraftübertragung durch Wechselstrom. Zur Auswertung seiner Erfindung des Drehfeldes ging er zunächst nach Frankreich und 1884 nach Amerika zur Edison-Company, wo er ansässig wurde. Er gilt als einer der genialsten Vertreter unter den amerikanischen Erfindern. Dort erfand er den nach ihm benannten Tesla-Transformator, mit dem er Wechselströme von damals ungewöhnlich hoher Spannung und Frequenz erzeugte und durch den er in weiten Kreisen bekannt wurde. Er benutzte Frequenzen von etwa 1 Million/s, also viel geringere als bei Hertz, deren Spannung dafür aber erheblich größer war. Durch die sorgfältig voneinander isolierten Windungen der primären Spule des Transformators schickte er die elektrischen Schwingungen einer Leydener Flasche. Selbst wenn die sekundäre Spirale nur wenige Windungen (50 bis 3000) besaß und keinen Eisenkern enthielt, wurde durch den plötzlichen Wechsel des primären Stromes eine sehr hohe Spannung erzeugt. Zwischen zwei an gegenüberliegenden Zimmerwänden aufgestellten und mit den Polen des Tesla-Transformators verbundenen Metallplatten leuchteten Geißlerröhren auch ohne Zuleitung. Dieses „Tesla-Licht" konnte sich jedoch praktisch nicht einführen.

Nachdem er 1889 nach Europa zurückgekehrt war, begann er 1893 mit Laboratoriumsversuchen zur Übertragung elektrischer Energie ohne Drahtleitung, wobei er die Bedeutung der Abstimmung zwischen Sender und Empfänger erkannte. Es gelang ihm, Glühlampen auf größere Entfernungen ohne Drahtverbindung zum Leuchten zu bringen. 1895 baute er eine Hochfrequenzmaschine, die Wechselstrom von 10000 Perioden lieferte, und schlug vor, ungedämpfte elektrische Schwingungen nach dem Verfahren der Schwebungen zu empfangen. Er wollte allerdings nicht, wie es später geschah, die Schwebungen im Empfänger durch Überlagerung mit Hilfe eines Hilfssenders, sondern im Sender zwei etwas voneinander verschiedene Wellen erzeugen, die bei ihrer Überlagerung hörbare Schwebungen ergeben sollten.

Im Mai 1897 gelang es ihm, an der englischen Küste bei Bristol zwischen dem Leuchtturm Flat Holme und dem an der Küste gelegenen Lavernock, die früher durch ein Kabel miteinander verbunden waren, über eine Entfernung von 36 km drahtlos zu telegrafieren. Durch Wechselstromvorrichtungen wurde an einem Punkt ein starkes elektrisches Feld erzeugt, das ständig unterbrochen und geschlossen wurde, während in der Empfangsstation die Enden einer mit Eisenfeilspänen gefüllten Glashülse durch Drähte mit einer schwachen Batterie verbunden wurden. Trafen die im Sender erzeugten elektrischen Wellen auf diese Glashülse, so entstand in den Drähten ein Strom, der ein Läutewerk oder einen Morsetelegrafen in Bewegung setzte.

1919 veröffentlichte Tesla seine Biographie. Er hatte weiter den Plan, eine Großstation Wardenclyffe auf Long Island zu errichten (der jedoch scheiterte), und will 1934 Strahlen entdeckt haben, die sich nach aufwärts senden lassen, wo sie gleich ungeheuren Vorhängen ein für Flugzeuge undurchdringliches Hindernis, eine „Radiosperre", bilden sollten. Nikola Tesla starb im Jahre 1943.

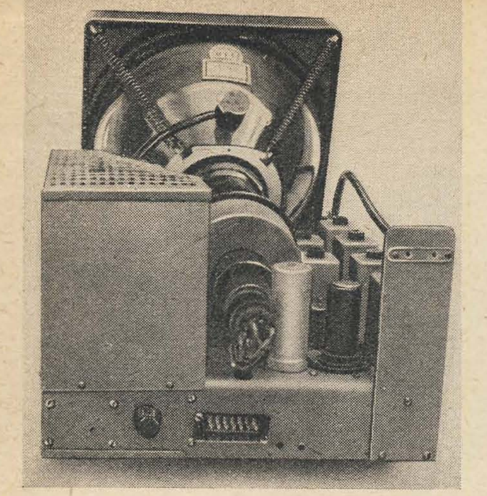


Bild 13: Rückansicht des Gerätes

KARLHEINZ KÖHLER

Fortsetzung aus den Heften 11 und 12 (1956)

BAUANLEITUNG

Einfacher Fernsehempfänger für Einkanalempfang

3. TEIL

Videoverstärker

Das von der Bildgleichrichterröhre kommende Videosignal mit negativ gerichtetem Bildinhalt gelangt auf das Gitter des einstufigen Videoverstärkers. Der Arbeitswiderstand der Diode ist gleichzeitig Gitterableitwiderstand der $Rö_7$. Die Gittervorspannung von —3 V wird an einem Spannungsteiler R_{26}, R_{27} abgenommen. Mit L_{16} wird der Höhenabfall bis zum Gitter der $Rö_7$ korrigiert. Als $Rö_7$ dient eine 6 AG 7, die bei 11 mA/V Steilheit einen maximalen Verstärkungsfaktor von etwa 33 liefert. Bei dem verwendeten Außenwiderstand von 3 kΩ ist der Frequenzgang bis etwa 2,5 MHz linear. Um eine Mindestbandbreite von 4,5 MHz zu erreichen, ist es erforderlich, mit L_{16} und L_{17} die Höhen zu entzerren. Den beiden Spulen liegen die Schalt- und Röhrenkapazitäten parallel, während L_{18} mit der Röhren- und Schaltkapazität der Bildröhre in Serienresonanz arbeitet.

Für einen optimalen Frequenzgang gilt folgende Gleichung:

$$L = 0{,}5 \cdot C \cdot R^2 \quad \text{in H; F; } \Omega.$$

In diese Gleichung sind die wirksamen schädlichen Kapazitäten und der Widerstand einzusetzen. Die angegebenen Induktivitätswerte sind natürlich nur Richtwerte und ändern sich bei anderen Röhren oder anderem Schaltungsaufbau.

Mit dem an der Anode der $Rö_7$ stehenden Videosignal mit nunmehr positiv gerichtetem Bildinhalt wird die Bildröhre über C_{26} am Wehneltzylinder gesteuert. Der durch die kapazitive Kopplung verlorengegangene Schwarzpegel wird durch die als Diode wirkende Gitter-Katodenstrecke des ersten Systems der $Rö_{12}$ wiedergewonnen.

Den mechanischen Aufbau, bei dem besonders auf einen kapazitätsarmen Aufbau zu achten ist, lassen die Bilder 8 und 13 erkennen.

Abgleich des Videoverstärkers

Zum Einmessen des Videoverstärkers wird L_{16} überbrückt und $Rö_6$ gezogen. Auf das Gitter der $Rö_7$ wird nun unter Vorschaltung eines Koppelkondensators die Meßspannung eines HF-Generators gegeben. Am Gitter der Bildröhre muß dann die verstärkte Spannung mit einem Röhrenvoltmeter meßbar sein. Da die hier wirksame Kapazität der Bildröhre etwa 5 bis 6 pF beträgt, ersetzt man diese Kapazität beim Einmessen durch die Eingangskapazität des Röhrenvoltmeters. Man kann damit ohne große Fehlmessung die Frequenzcharakteristik des Videoverstärkers aufnehmen, ohne die Bildröhre einzubauen. Bei richtigem Abgleich der Induktivitäten muß sich ein Frequenzgang nach Bild 14 ergeben. In der Tabelle V sind die im Mustergerät verwendeten Induktivitäten zusammengestellt.

Tabelle V

Wickeldaten der Korrekturspulen im Videoverstärker

L_{16}	150 μH	123 Wdg. 0,2 ∅ CuLS	auf Stiefelkörper 8,5 mm ∅ mit Alukern M 7 Wickelart: Kreuzwickel 1 Schlag, 6 mm breit
L_{17}	150 μH	123 Wdg. 0,2 ∅ CuLS	
L_{18}	125 μH	103 Wdg. 0,2 ∅ CuLS	

Nachdem die Originalschaltung am Gitter der $Rö_7$ wieder hergestellt ist, muß der Empfänger bis hierher arbeiten, so daß die ersten Oszillogramme aufgenommen werden können.

Hierzu wäre noch folgendes zu erwähnen:

Wirklich einwandfreie Videooszillogramme lassen sich nicht mit jedem Katodenstrahloszillografen aufnehmen, da die eingebauten Meßverstärker den Ansprüchen der Fernsehmeßtechnik meist in keiner Weise genügen. Für Videozwecke geeignete Meßverstärker müssen einen hochohmigen Eingang bzw. Tastkopf und einen Frequenzbereich von etwa 5 Hz bis 6 MHz aufweisen. Ein solcher Oszillograf steht aber wohl in den seltensten Fällen zur Verfügung, so daß man sich mit einem einfacheren Gerät begnügen muß. Damit erhält man die Oszillogramme der Bilder 1a und 1b[1]).

Bildröhre

Für die Befestigung der Bildröhre seien im folgenden einige Hinweise gegeben. Im Mustergerät wurde der im Fernsehempfänger „Leningrad" T 2 verwendete Bildrahmen benutzt. Die Bildröhre wird hierbei durch Spiralfedern in diesem Rahmen festgehalten. Diese Befestigungsart ist in den Bildern 6 und 21 (siehe die Hefte 12 und 14) gut zu erkennen. Der Rahmen, den man unter Umständen selbst aus Holz anfertigen kann, wird dann mit zwei Winkeln auf dem Chassis angeschraubt.

Man kann auch eine andere Befestigungsart wählen. So wird zum Beispiel bei den Fernsehempfängern „Rembrandt" und „Rubens" die Bildröhre durch ein Spannband auf dem Chassis festgehalten. Wenn die Röhre auf diese Weise befestigt werden soll, fertige man sich eine Holzform an, die mit Filz ausgelegt wird. Diese Form muß zwischen Chassis und Bildröhrenrand gelegt werden, um der Röhre einen weichen, aber festen Sitz zu geben. Es ist jedoch unbedingt darauf zu achten, daß der Bildröhrenhals keiner seitlichen oder senkrechten Belastung ausgesetzt wird, da sonst der Bildröhrenhals brechen kann.

Außerdem ist vor dem Bildschirm wegen der Implosionsgefahr eine Sicherheitsglasscheibe vorzusehen[2]).

Amplitudensieb und Impulstrennung

Das Videosignal wird dem in Gitterbasisschaltung betriebenen ersten System der Röhre 12 zugeführt. Diese Röhre arbeitet gleichzeitig als Amplitudensieb und schneidet den Bildinhalt vom Videosignal ab, so daß an der Anode nur noch die Synchronisierimpulse vorhanden sind. Im folgenden System werden die Impulse nochmals verstärkt und in ihrer Amplitude begrenzt, so daß Störspannungen hier unterdrückt werden. An der Anode wurde das Impulsgemisch nach Bild 1c[1]) oszillografiert.

[1]) Siehe Heft 11 (1956) S. 333.

[2]) Siehe den Beitrag „Ist die Implosion von Bildröhren gefährlich?" in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1955) S. 297.

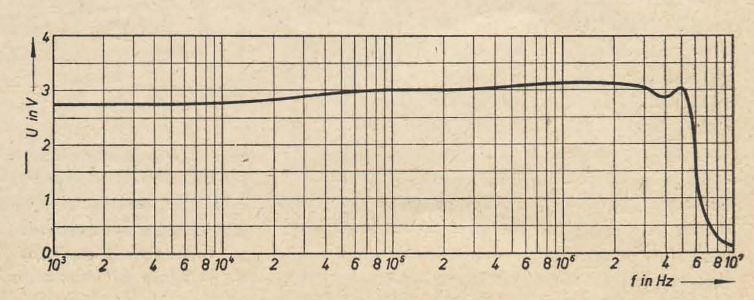


Bild 14: Frequenzcharakteristik des Videoverstärkers

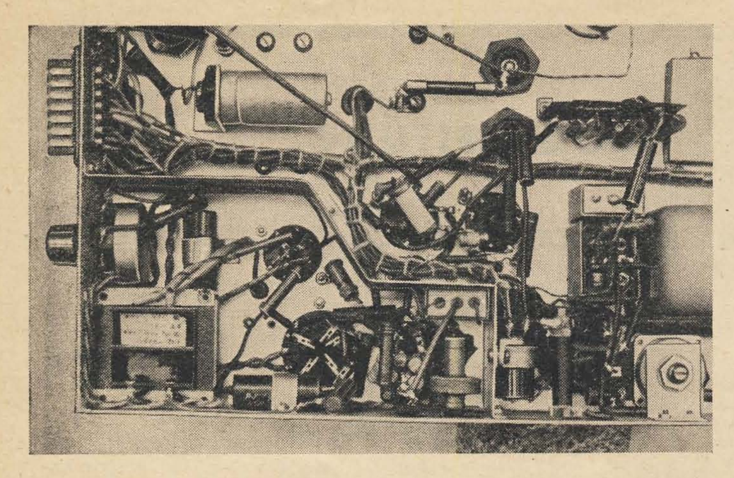


Bild 15: Verdrahtungsansicht des Zeilenkippgenerators und der Impulstrennstufe

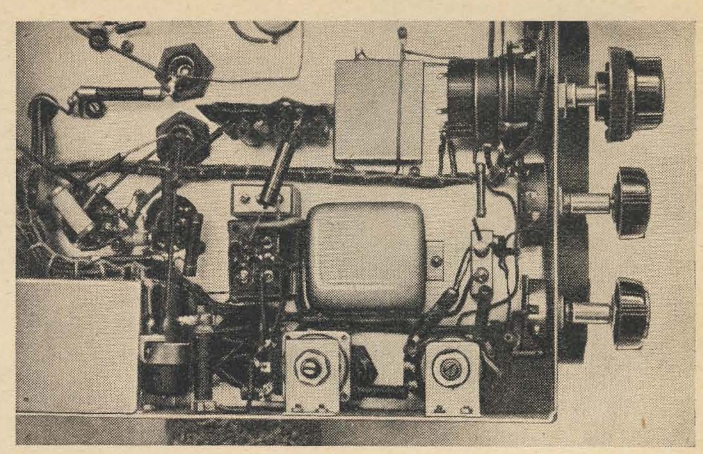


Bild 16: Verdrahtung des Bildkippgenerators und der Impulstrennstufe

Die Bildimpulse werden an der Anode des zweiten Systems der $Rö_{12}$ abgenommen und durch ein mehrstufiges RC-Glied integriert. Die Arbeitsweise dieses Integriergliedes kann man im Bild 1 d gut erkennen. Dieses Oszillogramm läßt sich jedoch nur bei gezogener $Rö_{13}$ am Oszillografen einstellen. Die Rückschlagimpulse des Sperrschwingers machen sonst bei arbeitendem Bildkipp die Aufnahme dieses Oszillogramms unmöglich.

Die Zeilenimpulse werden ebenfalls an der Anode des zweiten Systems der $Rö_{12}$ abgenommen und zur nochmaligen Phasendrehung der $Rö_{14}$ zugeführt. Diese Phasendrehung ist notwendig, da sich der als Multivibrator arbeitende Zeilenkippgenerator mit negativen Synchronisierimpulsen besser synchronisieren läßt. Der an C_{57} und R_{62} differenzierte Zeilenimpuls wird dem Multivibratorgitter direkt zugeführt. In dem Oszillogramm nach Bild 1e ist $Rö_{15}$ außer Betrieb.

Der Schaltungsaufbau ist den Bildern 15 und 16 zu entnehmen.

Da $Rö_{12}$ dicht neben dem Ablenksystem angeordnet wird, ist die Röhre mit einem passenden Bandfilterbecher abzuschirmen, um Einstreuungen von den Zeilenablenkspulen zu verhindern. Diese Maßnahme bewirkt eine Verbesserung der Zwischenzeilenstabilität. Schluß folgt

ERNST BOTTKE

Mitteilung aus dem VEB WBN „Carl v. Ossietzky", Teltow

Das Wichtigste über Germaniumdioden 2. Teil

Im Anschluß an Teil 1 des Beitrages „Das Wichtigste über Germaniumdioden" im Heft 12 (1956) S. 359 dieser Zeitschrift, in dem neben einigen grundsätzlichen Erklärungen über die Funktion von Halbleiterdioden Begriffsbestimmungen erläutert, ein Vergleich zwischen Röhren- und Germaniumdiode angestellt sowie das Verhalten der Germaniumdioden bei kurzen Impulsen aufgezeigt wurde, behandelt Teil 2 das Verhalten von Germaniumdioden in Gleichrichterschaltungen, die Anwendung, das Prüfen und Messen dieser Halbleiterbauelemente.

Das Verhalten von Germaniumdioden in Gleichrichterschaltungen

Setzt man — was durchaus nicht immer der Fall ist — einen Generator mit rein ohmschem Innenwiderstand voraus (zum Beispiel 50 Ω) und legt eine oberwellenfreie Spannung von 1 V_{eff} im Frequenzbereich von 30 bis 300 MHz an eine Gleichrichterschaltung bestimmter Dimensionierung, so erhält man Kurven ähnlich den im Bild 8 gezeigten [1]. Der Abfall des Richtstromes von Dioden mit hoher Sperrspannung ist stärker als bei Dioden mit niedriger Sperrspannung. Nach den im Teil 1 dieses Beitrages veröffentlichten Ausführungen über die Durchlaßträgheit ist das verständlich. Außerdem wird die Frequenzabhängigkeit bei kleiner Richtstromentnahme geringer. Bei einem Spitzengleichrichter würde der Richtspannungsabfall mit steigender Frequenz am geringsten sein. Für höhere Eingangsspannungen dagegen würde die Auswirkung der „Sperrträgheit", die sich effektiv als eine Herabsetzung des Sperrwiderstandes auswirkt, mehr und mehr in Erscheinung treten; allerdings wäre dies nur dann der Fall, wenn die Durchlaßkennlinie bei kleinem Stromflußwinkel bis zu hohen Flußströmen ausgesteuert würde.

Man sieht, daß die verschiedenen Einflüsse in nicht gerade übersichtlicher Weise auf das Verhalten einer Germaniumdiode in einer bestimmten Schaltung einwirken. Aus diesem Grunde wird ihr dynamisches Verhalten bei der Betriebsfrequenz — sofern diese 20 MHz überschreitet — in einer Nachbildung der verwendeten Schaltung geprüft. Vergegenwärtigt man sich, daß eine Impulsverformung nach Bild 7 (Teil 1) als Reihenschaltung einer „Pseudoinduktivität" angesehen werden kann und daß ferner bei höheren Frequenzen die Sperrschicht- und Kappenkapazität stärker in Erscheinung tritt, so muß die Schaltungsnachbildung um so genauer den Betriebsverhältnissen in allen Einzelheiten entsprechen, je höher die Betriebsfrequenz ist, um auch etwaige Einflüsse von Schaltkapazitäten und Zuleitungsinduktivitäten, die ungünstig oder kompensierend wirken können, zu erfassen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen dem gerätebauenden Betrieb und dem Diodenhersteller ist deshalb unerläßlich, um praktisch brauchbare Vereinbarungen über die Lieferbedingungen zu erzielen.

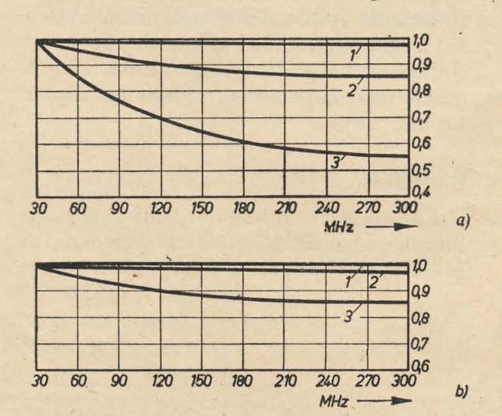


Bild 8: Frequenzabhängigkeit des Richtstromes von Germaniumdioden; a) Belastungswiderstand 2 kΩ; b) Belastungswiderstand 50 kΩ

1 = Diode mit maximal 20 V Sperrspannung
2 = Diode mit maximal 40 V Sperrspannung
3 = Diode mit maximal 80 V Sperrspannung

In diesem Zusammenhang verwendet man vielfach den Begriff oder den Ausdruck „Richtwirkungsgrad", dessen genaue Definition im DIN-Entwurf 41 780 noch nicht enthalten ist. Aus meßtechnischen Gründen ist es vielleicht am besten, sich den Gepflogenheiten verschiedener Firmen anzupassen und den „Richtwirkungsgrad" als das Verhältnis der Richtspannung zum Spitzenwert der angelegten

Wechselspannung zu definieren. Der „Richtwirkungsgrad“ hängt allerdings von einer ganzen Reihe von Faktoren ab, wie Größe des Ladekondensators, Größe des Belastungswiderstandes, Durchlaß- und Sperrkennlinie der Diode, Höhe der gleichzurichtenden Spannung, Innen- oder Resonanzwiderstand des Generatorkreises und infolge der Trägheitserscheinungen nicht zuletzt auch von der Frequenz. Bei kleinen Lastwiderständen und nicht zu hohen Spannungen ist hinsichtlich des Richtwirkungsgrades die Germaniumdiode der Röhrendiode überlegen. Bei hohen Belastungswiderständen und größeren Spannungen macht sich der Sperrstrom, der zudem, wie bereits erläutert, stark temperaturabhängig ist, immer störender bemerkbar, so daß der theoretisch erreichbare „Richtwirkungsgrad“ von 1 mit Germaniumdioden nicht erreicht werden kann.

Der Sperrstrom und die Sperrträgheit von Germaniumdioden beeinflussen jedoch nicht nur den „Richtwirkungsgrad“, sondern auch den „äquivalenten Dämpfungswiderstand“. Dieser Begriff ist aus der Technik der Röhrengleichrichter bekannt. Man versteht darunter den an den Eingangsklemmen der Gleichrichterschaltung wirksamen Ersatzwiderstand, der aus dem Generator die gleiche Leistung aufnehmen würde. Diese Leistung wäre:

$$\frac{\hat{u}^2}{2\,R_{ä}} = N_d,$$

$\hat{u}$ = Scheitelwert der Wechselspannung,
$R_{ä}$ = äquivalenter Dämpfungswiderstand.

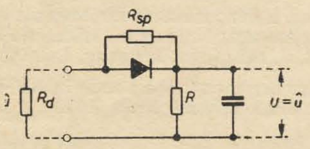


Bild 9: Ersatzschaltbild einer Germaniumdiode

Beschränken wir uns auf relativ niedrige Frequenzen von einigen MHz und nehmen noch an, daß in der Diode keine Leistung verbraucht wird, so würde sich am Ladekondensator eine Gleichspannung $\hat{u} = U$ einstellen (Bild 9). Es wäre dann:

$$N_d = \frac{U^2}{R} + \frac{U^2}{R_{sp}} + \frac{\hat{u}^2}{2\,R_{sp}} = \frac{\hat{u}^2}{2\,R_d}.$$

Der Sperrwiderstand entzieht der Gleichstromseite den Leistungsanteil $\frac{U^2}{R_{sp}}$ und belastet ferner die Wechselstromseite direkt mit dem Anteil $\frac{\hat{u}^2}{2\,R_{sp}}$. Da $\hat{u} = U$ sein soll, wird:

$$\frac{1}{2\,R_d} = \frac{1}{R} + \frac{3}{2\,R_{sp}}; \quad \frac{1}{R_d} = \frac{2}{R} + \frac{3}{R_{sp}}.$$

Der Sperrwiderstand wirkt also zusätzlich mit einem Drittel seines Wertes dämpfend auf den Generatorkreis. Diese Ableitung gilt allerdings nur für Amplituden von einigen Volt. Mit kleiner werdender Eingangsamplitude nähert sich der hochfrequente Eingangswiderstand, ebenso wie bei Röhrengleichrichtern [2], dem differentiellen Widerstand der Kennlinie im Arbeitspunkt, das heißt, bei Germaniumdioden dem Nullpunktwiderstand (etwa 5 bis 20 kΩ). Bei höheren Frequenzen wirken sich die behandelten Trägheitserscheinungen ebenfalls als eine Herabsetzung des äquivalenten Dämpfungswiderstandes aus.

Anwendung von Germaniumdioden

Am häufigsten werden Germaniumdioden zur Zeit in der Fernsehempfängertechnik eingesetzt. Wir finden sie in Fernsehempfängern vor allem im Bilddemodulator, im Verhältnisgleichrichter des Tonteils und zur Schwarzpegelgewinnung, ferner in Rauschunterdrückungsschaltungen, Begrenzeranordnungen sowie als Phasendetektor zur automatischen Zeilenfrequenzregelung. Im Bilddemodulator sind Dioden mit relativ kleiner maximaler Sperrspannung, hohem Durchlaßstrom und geringen Trägheitseffekten erforderlich, wie zum Beispiel die Typen OA 623, 624, 625 des WBN, Teltow. Dioden zur Schwarzpegelgewinnung müssen dagegen eine hohe maximale Sperrspannung und einen hohen Sperrwiderstand aufweisen. Hierfür eignen sich die neu entwickelten Typen OA 682, 683 und 685 (Allglas) des WBN. Für die Bestükkung der Verhältnisgleichrichter stehen die Diodenpaare OAA 646, 647, 687 zur Verfügung.

In der Rundfunktechnik werden Germaniumdioden bisher nur in den Verhältnisgleichrichtern der Kofferempfänger und der UKW-Zusatzgeräte angewendet, weil man Platz, Gewicht und Heizleistung einspart. In Heimempfängern dominiert vorläufig noch die EABC 80, die sozusagen kostenlos zwei Diodenstrecken zur Verfügung stellt. Jedoch ergeben sich bei der Verwendung der EABC 80 einige Nachteile. Nach Untersuchungen im Applikationslaboratorium der Valvo GmbH [3] ist der Klirrfaktor einer NF-Vorstufe mit der EABC 80, deren Katode an Masse liegen muß, dann besonders groß (> 3%), wenn der Lautstärkeregler widerstandsmäßig halb aufgedreht ist. Die EABC 80 arbeitet mit einem großen Gitterableitwiderstand von 10 MΩ, an dem der Anlaufstrom eine nur unzureichende negative Gittervorspannung erzeugen kann. Die Strecke Gitter—Katode der Röhre behält den Charakter einer Diode und stellt einen nichtlinearen Widerstand dar. Nur wenn der Generator ausreichend niederohmig ist, arbeitet man mit aufgeprägter Spannung, und der Anodenstrom der Röhre bleibt trotz verzerrten Gitterstromes sinusförmig. Außerdem wird die Höhenwiedergabe durch die hohe dynamische Gitter-Katoden-Kapazität der EABC 80 von 150 bis 200 pF erheblich beeinträchtigt. Es ist zu erwarten, daß wegen der größeren Verstärkungsreserve in Zukunft in der NF-Vorstufe von Rundfunkempfängern höherer Preisklasse eine Pentode verwendet wird. Dann wird höchstwahrscheinlich auch der Verhältnisgleichrichter mehr und mehr mit Germaniumdioden bestückt werden. Sie bieten in dieser Schaltung gegenüber den Röhrendioden verschiedene Vorteile. Der Anlaufstrom mit seinen starken Streuungen entfällt, und die Durchlaßkennlinie steigt schon im Gebiet geringer Spannungen steiler an. Die NF-Spannung wird dadurch größer, und die Empfindlichkeit des ganzen Gerätes erhöht sich. Sie kann durch eine höhere Verstärkung im NF-Teil noch weiter gesteigert und auch tatsächlich ausgenutzt werden, weil Brummeinstreuungen über die Heizung und akustische Rückkopplungen entfallen. An dieser Stelle sei nochmals betont, daß sich eine maximale Sperrspannung von 40 V für die Dioden in einem Verhältnisgleichrichter als völlig ausreichend erwiesen hat. Man kann nämlich einen Verhältnisgleichrichter so dimensionieren, daß die Amplitudenbegrenzung entweder bei kleinen oder bei großen Eingangsspannungen erfolgt. Da beide Möglichkeiten nicht gleichzeitig eingestellt werden können, entscheidet man sich für die erste Möglichkeit und sorgt dafür, daß bei großen Amplituden die letzte ZF-Röhre übersteuert wird und die Funktion der Begrenzung übernimmt.

Als Demodulator für amplitudenmodulierte Signale wird sich die Germaniumdiode in nächster Zukunft in Koffersupern und Kraftwagenempfängern, die im Niederfrequenzteil mit Transistoren bestückt sind, durchsetzen. Die niedrigen Eingangsimpedanzen der Transistoren erfordern dann auch einen niederohmigen Signalgleichrichter.

Auch in der Meßtechnik ist die Germaniumdiode trotz der hohen Temperaturabhängigkeiten durchaus verwendbar, zumal Kupferoxydulgleichrichter mit derselben Unzulänglichkeit behaftet sind. In diesem Zusammenhang sei auf das hochohmige Universalmeßinstrument mit Germaniumdioden der Firma Hartmann & Braun, Frankfurt/Main, hingewiesen.

In der Impulstechnik ergibt sich vielfach die Aufgabe, Verformungen von differenzierten Impulsen an einer Selbstinduktion infolge „Überschwingen“ zu vermeiden. Hierfür lassen sich Germaniumdioden verwenden, wenn der Nutzimpuls kleiner als die maximale Sperrspannung bleibt, der endliche Sperrwiderstand nicht stört und der Energieinhalt der „Überschwingungszacken“ im Mittel etwa 100 mW nicht überschreitet.

Für die moderne Trägerfrequenztechnik lassen sich Ringmodulatoren mit recht günstigen Eigenschaften aus Germaniumdioden zusammenstellen. Die Anwendung von Germaniumdioden in verzerrungsarmen Dynamikkompressorschaltungen für Kraftverstärker der Ela-Technik seien zum Abschluß dieser bei weitem unvollständigen Aufzählung erwähnt.

Prüfen und Messen von Germaniumdioden

Die schnellste Übersicht über die statischen Daten der Dioden erhält man bei der Messung mit einem Kennlinienschreiber. Bild 10 zeigt als Beispiel ein Prinzipschaltbild. Soll auf dem Schirm der Elektronenstrahlröhre ein maßstäbliches Koordinatensystem angebracht werden, sind zwei einstufige Gleichspannungsverstärker erforderlich. Die Anordnung wird mit positiven Sinushalbwellen aus einer Gleichrichterkombination gespeist. Der Aufbau und der Transformator Tr müssen kapazitätsarm und symmetrisch sein. Sehr einfach ist die Abbildung der Kenn-

linie im Sperrgebiet auf dem Schirm einer Elektronenstrahlröhre (Bild 11). Die Anordnung läßt sich leicht als Zusatz zu einem vorhandenen Oszillografen verwenden. Da R ein verhältnismäßig großer Widerstand ist, die Schaltung außerdem noch durch einen zusätzlichen Stabilisierungswiderstand ergänzt werden kann, besteht die Möglichkeit, die Durchbruchspannung ohne Zerstörung der Diode zu bestimmen, sofern die Ablenkempfindlichkeit der Katodenstrahlröhre genügend klein ist.

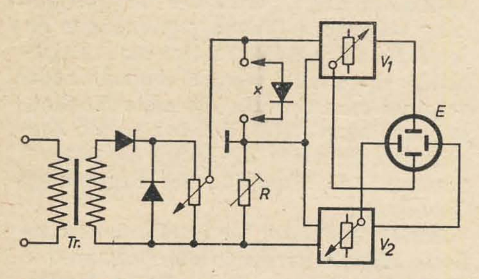


Bild 10: Prinzipschaltbild eines einfachen Kennlinienschreibers für den Durchlaßbereich von Germaniumdioden

E Ablenksystem der Elektronenstrahlröhre
V_1, V_2 Gleichstromverstärker
x Meßobjekt
Tr kapazitätsarmer Trafo
R umschaltbare Widerstandskombination

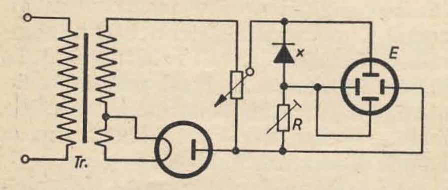


Bild 11: Prinzipschaltbild eines einfachen Kennlinienschreibers für den Sperrbereich von Germaniumdioden (Bezeichnungen wie im Bild 10)

Bild 12 zeigt einfache statische Meßanordnungen. Bei kleinen Stromwerten (Bild 12a) oder kleinen Spannungswerten (Bild 12b) wird man allerdings das Meßergebnis in bekannter Weise korrigieren müssen. Wenn ein hinreichend genaues Röhrenvoltmeter für Gleichspannungsmessungen zur Verfügung steht, vereinfacht sich der Meßvorgang.

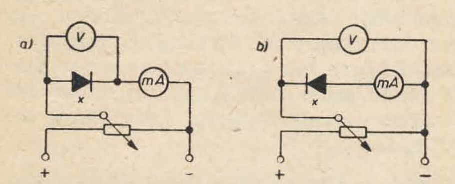


Bild 12: Schaltung für die statische Messung der Daten von Germaniumdioden
a) Durchlaßrichtung b) Sperrichtung

Obgleich die Diode einen nichtlinearen Widerstand darstellt, läßt sich zum Beispiel ihr Sperrwiderstand bei der Klemmenspannung —10 V in einer Brückenanordnung messen (Bild 13). Wird ein bestimmter minimaler Sperrwiderstand gefordert, so stellt man diesen an der Dekade ein, regelt die Empfindlichkeit des Galvanometers, das außerdem noch durch eine Diodenanordnung gegen Überlastung geschützt ist, herunter und schließt die zu untersuchenden Dioden an. Exemplare, bei denen der Zeiger nach der Minusseite ausschlägt, sind auszusortieren. Bei Messungen der Temperaturabhängigkeit wird die Brücke in der sonst üblichen Weise auf Null abgeglichen. Man erhält sehr genaue Meßergebnisse, weil eine Widerstandsmessung besser reproduzierbar ist als eine Strom- und Spannungsmessung. Das Meßverfahren läßt sich sinngemäß auch für die Durchlaßseite anwenden. Das Hinzuschalten eines weiteren Brückenzweiges ermöglicht eine sehr genaue Ermittlung der Amplitudenabhängigkeit des Durchlaß- oder Sperrwiderstandes von Diodenpaaren in Sonderfällen.

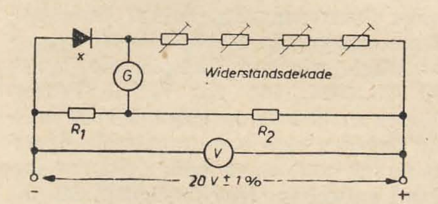


Bild 13: Brückenanordnung zur Bestimmung des Sperrwiderstandes bei —10 V

Eine Anordnung zum Sortieren von Germaniumdioden für Verhältnisgleichrichter ist als Beispiel für eine Prüfung des dynamischen Verhaltens im Bild 14 dargestellt. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß statisch vorsortierte Dioden nur in ganz seltenen Fällen bei 10 MHz ein abweichendes dynamisches Verhalten zeigen. Bei Benutzung eines amplitudenmodulierten Oszillators für 10 MHz ist es möglich, die Dioden außer auf Symmetrie auch auf maximale AM-Unterdrückung auszuwählen, wenn der später tatsächlich verwendete Verhältnisgleichrichterkreis entsprechend genau nachgebildet wird. Für Bilddemodulatorschaltungen gilt ähnliches.

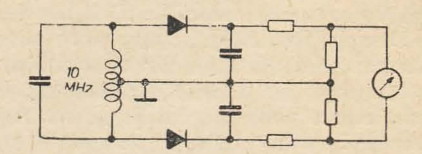


Bild 14: Anordnung zum paarweisen Sortieren von Dioden für Ratiodetektorschaltungen bei 10 MHz

Neue Germaniumdioden

Ausführliche Unterlagen über die WBN-Germaniumdioden erhalten Interessenten direkt vom Werk für Bauelemente „Carl v. Ossietzky", Teltow. Auf Grund der in diesem Werk in den letzten Jahren geleisteten Entwicklungsarbeiten konnten die zulässigen Ströme für die maximalen Sperrspannungen der zur Verfügung stehenden Dioden dem internationalen Stand angepaßt werden. Außerdem wurden mehrere Typen mit 80 und 100 V Sperrspannung neu entwickelt.

Alle Diodentypen und -paare (außer Vierergruppen) können durch die DHZ Elektrotechnik Potsdam, Schopenhauerstraße, direkt bezogen werden.

Literatur

[1] Nach Unterlagen der Firma SAF, Nürnberg.
[2] Rothe, Kleen: Elektronenröhren als Schwingungserzeuger und Gleichrichter, 2. Aufl. 1948, S. 142, Geest & Portig, Leipzig.
[3] W. Aschermann: Hi-Fi auch in NF-Vorstufen? Funk-Technik Nr. 2 (1956).

Styroflexbandwendelkabel für den Eiffelturmfernsehsender

Bei der Herstellung des etwa 350 m langen Kabels, das den am Fuße des Pariser Eiffelturmes aufgebauten Fernsehsender mit der Antenne verbindet, mußten folgende Bedingungen berücksichtigt werden: Übertragung einer Leistung bis zu 40 kW bei einem vorgeschriebenen Wellenwiderstand von 51,5 Ω im Frequenzbereich von etwa 200 MHz, niedrige Verluste, geringe Reflexionen und leichte Verlegbarkeit. Ein Styroflexbandwendelkabel mit 16,5 cm ∅, das in ähnlicher Bauart mit einem Wellenwiderstand von 60 Ω bereits in Deutschland erfolgreich zur Hochfrequenzübertragung im Ultrakurzwellen-, Fernseh- und Dezimeterwellenbereich benutzt wurde, erfüllt diese Forderungen. Als Innenleiter dient ein nahtlos gezogenes Kupferrohr von 55 mm ∅ mit einer Isolierung in Form einer Styroflexbandwendel. Den Außenleiter bildet ein nahtloses Aluminiumrohr.

Einen Eindruck von den Dimensionen eines solchen Leistungskabels vermitteln am günstigsten die Angaben des kleinsten zulässigen Krümmungsradius, der in diesem Falle etwa 2 m beträgt, und des Gewichts von etwa 16 kg/m. Das in drei Teillängen hergestellte Kabel wurde auf hölzernen Kabeltrommeln mit 2,7 m Kernradius transportiert. Beim Verlegen wurden die Teillängen vom Haspel abgerollt und mit Winden und Flaschenzügen in die richtige Lage im Innern des vorgesehenen Grundpfeilers des Eiffelturmes gebracht.

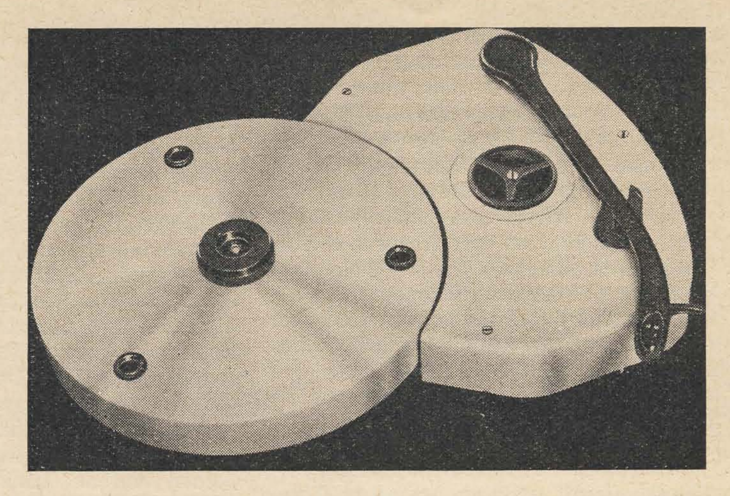
Die Abnahmeprüfung erstreckte sich auf Messungen des Wellenwiderstandes und der Längshomogenität der gesamten Kabelstrecke, da frequenzabhängige Schwankungen dieser Größen die Güte des ausgestrahlten Bildes stark vermindern können.

Literatur

Felten & Guilleaume-Rundschau (1955) 38, S. 284/285.

HEINZ MARQUARDT

Dreitourenlaufwerk Typ 8422.010 - 00001



Gesamtansicht des Laufwerkes

Allgemeines

In den letzten Jahren wurden auf dem Gebiet der Schallplattenproduktion weitere Fortschritte erzielt. Durch die Einführung der Mikrorillenplatten, des Füllschriftverfahrens und die Verwendung von niedrigeren Drehzahlen ($33^1/_3$ und 45 U/min) war es notwendig, die alten Plattenspieler — angetrieben durch Elektromotoren mit Zahnradgetriebe und Fliehkraftbremse, teilweise auch noch durch Federwerke — durch ein Universallaufwerk abzulösen. Dieses Laufwerk muß so ausgelegt sein, daß sämtliche Plattenarten damit abgespielt werden können. Bei der Mikrorillentechnik werden an das Laufwerk wesentlich höhere Anforderungen gestellt als bisher. Die angewandte Technik ließ es nicht mehr zu, daß die Platten auf einem Grammophon mit mechanischer Abtastdose abgespielt wurden. Gegenüber Normalrillen mit einer Mindestbreite von 100 μm und einem Rillenöffnungswinkel von 88° beträgt die Mindestrillenbreite mit Mikrorillen 50 μm mit gleichem Rillenöffnungswinkel. Der Abrundungsradius des Rillengrundes wurde von 30 μm auf 6 μm verringert. Durch diese Verfeinerungen stieg die Störanfälligkeit um ein Wesentliches, das heißt, daß bei Erschütterungen der leichte Tonarm mit 10 p Auflagekraft viel eher aus einer Mikrorille springt, als das bei einer Normalrille der Fall ist. Ferner trat, bedingt durch die Mikrorillen, ein Absinken des Nutzpegels ein. Es mußte also ein Laufwerk gefordert werden, das sehr erschütterungsfrei arbeitet. Außerdem muß auf einen guten gleichmäßigen Rundlauf des Plattentellers Wert gelegt werden. Durch kurzzeitig auftretende Abweichungen des Plattentellers von der Nenndrehzahl werden bei der Abtastung Tonhöhenschwankungen hervorgerufen, die sich durch ein unangenehmes Vibrieren oder Jaulen des Tones bemerkbar machen. Dieser Fehler tritt besonders bei $33^1/_3$ U/min auf, da die Schwungradwirkung des Plattentellers bei dieser Drehzahl sehr gering ist. Diese Erfahrungen wurden bei der Entwicklung des Dreitourenplattenspielers Typ 8422.010-00001 berücksichtigt und ausgewertet und damit weitgehend allen Ansprüchen des Verbrauchers genügt.

Bevor wir auf Einzelheiten des zu beschreibenden Plattenspielers eingehen, seien hier noch einmal die allgemein an ein modernes Dreitourenlaufwerk zu stellenden Anforderungen genannt:

Drehzahlen	78, 45, $33^1/_3$ U/min
eventuell noch	$16^2/_3$ U/min
Schütterspannungsabstand	> 30 dB
Tonhöhenschwankungen	< ± 0,3 %

Eingebauter Endausschalter mit automatischer Umschaltung des Abschaltradius in Abhängigkeit von der Drehzahl, Auslösedruck, bezogen auf die Abtastspitze, kleiner als 2 p im Augenblick des Abschaltens, im übrigen Bereich = 0.

Geräuschloser Lauf

Wechselstromanschluß	125, 220 V/50 Hz

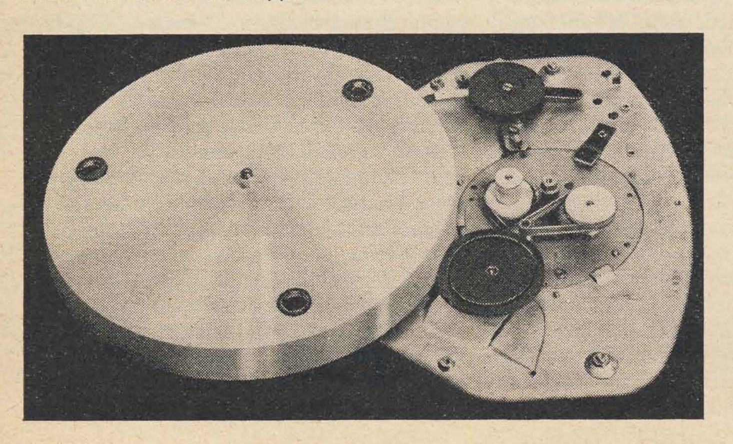
Sichere Funktion an Netzen mit Über- und Unterspannung, also Drehzahlabhängigkeit von der Netzspannung zwischen 190 und 230 V < ± 1% der Solldrehzahl bezogen auf 220 V.

Daß bei dem Dreitourenlaufwerk Typ 8422.010-00001 diese Forderungen weitgehend erfüllt sind, zeigt die folgende Beschreibung des Gerätes.

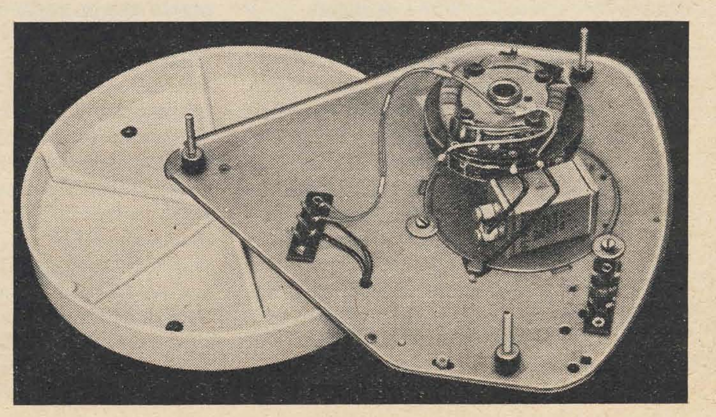
Antriebselemente des Laufwerkes

Zum Antrieb des Laufwerkes dient ein Asynchron-Einphasenwechselstrommotor mit einer Leistungsaufnahme von 8 W und einer Drehzahl von ≈ 2900 U/min. Der Plattenteller ist mit Rücksicht auf kleine Abmessungen des Gerätes auf 200 mm ∅ festgelegt. Aus den Drehzahlen (Motor 2900 U/min, Plattenteller $33^1/_3$ U/min) resultiert ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 87. Dieses außerordentlich große Übersetzungsverhältnis ist in einer Stufe nur sehr schwer zu realisieren. Das ergäbe eine Motorwelle von 2,3 mm ∅, die beim Transport leicht verbogen werden kann und deren Fertigung in bezug auf Schlagfreiheit und Einhaltung der festgelegten Durchmessertoleranzen große Schwierigkeiten bereiten würde. In zwei Stufen aufgeteilt, ist dieses Übersetzungsverhältnis wesentlich leichter zu beherrschen. Hierfür wurden ein endloses Gummiband und ein Reibrad als Übertragungsglieder gewählt. Die Übertragung des Drehmomentes bei der Drehzahl 78 U/min erfolgt über ein Gummizwischenrad von der Motorwelle direkt auf den Außenrand des Plattentellers. Für 45 und $33^1/_3$ U/min sind zusätzliche Übersetzungen erforderlich. Diese beiden Übersetzungen werden in Stufenscheiben gelegt, die über endlose Gummibänder von der Motorwelle aus angetrieben werden. Die Stufenscheiben

Ansicht von oben ohne Kappe



Unteransicht des Laufwerkes



sind so ausgelegt, daß für den Antrieb durch die Motorwelle zwei gleiche Gummibänder verwendet werden, deren Dicke nicht in das Drehzahlverhältnis eingeht. Die Durchmesser der Stufenscheibe sind so bemessen, daß sie größer als die Motorwelle sind. Die Drehzahlumschaltung des Laufwerkes erfolgt durch Drehen der runden Scheibe, auf der Motor und Stufenscheiben gelagert sind. Je nach Wahl liegt nun die eine oder die andere Stufenscheibe an dem Reibrad an, das wiederum zur Übertragung auf dem Plattenteller dient.

Endausschalter

Der Ausschalter ist radiusabhängig ausgeführt. Damit entfallen besondere Übertragungsorgane, und der Schalter wird im Aufbau klar und einfach. Das Hauptorgan bildet eine vorgespannte Bronzefeder, die in zwei Endstellungen springt. Der Ausschalter ist auf einer verschiebbaren Grundplatte befestigt. Bei der Wahl der Drehzahl wird automatisch die Schaltergrundplatte, über verschieden tiefe Einarbeitungen in der runden Scheibe, in die der Drehzahl entsprechende Stellung gebracht. Der seitlich aus dem Schalter herausragende Hebel wird durch eine Gabel, die an der horizontalen Tonarmachse befestigt ist, betätigt und damit das Ein- und Ausschalten vorgenommen.

Plattenteller

Der Plattenteller besteht aus Alu-Spritzguß und hat auf seiner Oberfläche drei um 120° versetzte Gummischeiben. Durch diese Anordnung wird eine ideale Dreipunktauflage geschaffen. Bei verzogenen Platten ergibt sich dadurch ein kleinerer Höhenschlag und somit geringere Störungen.

Sämtliche Triebwerkselemente sind durch eine Preßstoffkappe abgedeckt. In dieser befindet sich auch die Lagerung des Tonarmes. Verwendet wird der Kristalltonabnehmer TAKU vom VEB Funkwerk Leipzig.

Bei der Konstruktion des Gerätes wurde besonderes Augenmerk auf einfachen Aufbau, leichte Bedienung und größte Betriebssicherheit gelegt. Eine Änderung der Drehzahlen kann nicht erfolgen, da die drehzahlbestimmenden Glieder aus verschleißfesten Werkstoffen hergestellt sind. Lediglich das Zwischenrad kann einer Abnutzung unterliegen, die jedoch nicht in das Übersetzungsverhältnis eingeht.

Mechanische Daten

Drehzahlen	78, 45, $33\frac{1}{3}$ U/min
Drehzahlabweichungen	$\leqq \pm 2\%$
Hochlaufzeit	< 3 s
Plattendurchmesser	bis 300 mm
Plattentellerdurchmesser	200 mm
Mittelzapfendurchmesser	7,2 mm h 11
Adapter-(Bobby)Durchmesser für Platten mit 17,5 cm ∅	38 mm
Zapfenschlag	$\leqq$ 0,02 mm
Höhenschlag des Plattentellers, gemessen am Außenrand einer Platte von 30 cm ∅	$\leqq$ 0,3 mm
Ausschaltkraftbedarf bezogen auf die Nadelspitze	$<$ 0,5 p
Länge	320 mm
Breite	260 mm
Höhe über Grundplatte	52 mm
Einbautiefe unterhalb der Grundplatte	50 mm
Gewicht	ca. 2 kg
Farbe	beige oder lindgrün

Elektrische Daten

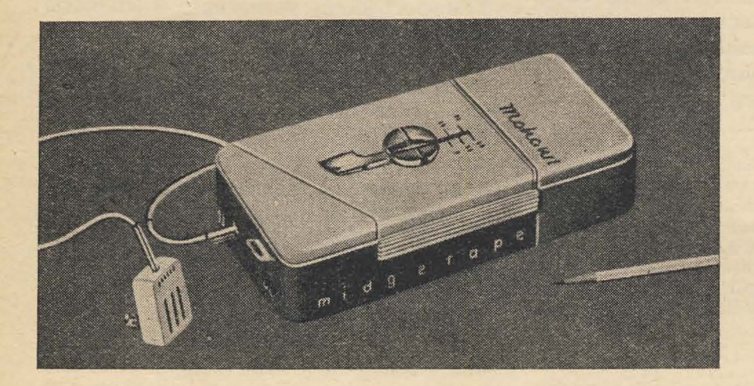
Tonhöhenschwankungen 0 bis 60 Hz bei allen Drehzahlen	$\leqq \pm 0{,}3\%$
Schütterspannungsabstand bezogen auf Vollaussteuerung N 78 (40 mm Lichtbandbreite 1 kHz)	$>$ 30 dB
Fremdspannungsabstand bezogen auf Vollaussteuerung N 78	$\geqq$ 45 dB

Abtaster

Tonabnehmer TAKU vom VEB Funkwerk Leipzig

Frequenzgang	100 bis 8000 Hz ± 6 dB
Empfindlichkeit	40 mV/mm Lichtbandbreite 1 kHz
Abschlußwiderstand	0,5 MΩ
Auflagekraft des Tonabnehmers	ca. 10 p
Statische Rückstellkraft	ca. 5 p/100 µm

Der beschriebene Einfachplattenspieler für drei Geschwindigkeiten wird vom VEB Funkwerk Zittau gefertigt. Im 2. Halbjahr 1956 soll er in verbesserter Ausführung in Verbindung mit dem hochwertigen magnetischen Abtaster TAMU und dazugehörigem Vorverstärker lieferbar sein.



KURT STROBEL

Kleine tragbare Magnettonbandgeräte mit Bandkassette

Der Wunsch nach kleinen, tragbaren, vom Netz unabhängigen Magnettonbandgeräten führte in den letzten Jahren, besonders nach Einführung geeigneter hartmagnetischer Bänder, zu verschiedenen brauchbaren technischen Lösungen.

Im folgenden wird nach kurzer Darstellung der Entwicklungsgeschichte tragbarer Magnettonbandgeräte, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben will, auf eine technische Lösungsmöglichkeit eingegangen, die besonders in den letzten Jahren von den Entwicklern häufig aufgegriffen wurde und durch die Verwendung auswechselbarer Magnetbandkassetten gekennzeichnet ist.

Mit der Anwendung der HF-Vormagnetisierung durch J. H. v. Braunmühl und W. Weber [1] im Jahre 1940 erfuhr das Magnettonverfahren in Deutschland eine überraschende Qualitätsverbesserung. Die für damalige Verhältnisse hohe Qualität der Schallaufzeichnung auf Wachsplatten wurde erreicht und überschritten. Der Rundfunk erkannte die Vorteile des neuen Verfahrens gegenüber der Schallplatte sowie gegenüber dem Magnettonbandverfahren mit Gleichstromvormagnetisierung und entwickelte in Verbindung mit der AEG zunächst stationäre Hochfrequenztonbandgeräte mit einer Bandgeschwindigkeit von 77 cm/s. Die Aufnahmezeit mit der 1000-m-Bandspule betrug hierbei 20 Minuten.

Über die weiteren Forderungen heißt es:

„Die mit dem Magnettonverfahren erzielten Erfolge legten verständlicherweise bald den Wunsch nahe, auch tragbare Geräte durchzubilden, die einen Einsatz für Übertragungen, bei Reportagen und an solchen Orten ermöglichen, die nicht ohne weiteres durch Drahtleitungen mit den Rundfunkhäusern zu verbinden sind“ [2].

Dieser Wunsch führte zunächst zur Entwicklung eines tragbaren Tornistermagnettonbandgerätes mit Gleichstromvormagnetisierung, 77 cm/s Bandgeschwindigkeit für zehn Minuten Aufnahmedauer mit der Rundfunkbezeichnung R 23. Schließlich wurde durch entsprechende Änderung des AEG-„Tonschreibers C“ ein Kleintonbandgerät mit HF-Vormagnetisierung, etwa 18 cm/s Bandgeschwindigkeit und zehn Minuten Aufnahmedauer (Rundfunkbezeichnung R 26) entwickelt.

Der „Tonschreiber C“, ein für militärische Zwecke entwickeltes Tonbandaufnahme- und wiedergabegerät, war die erste Entwicklung, die größen- und gewichtsmäßig den damaligen Vorstellungen eines tragbaren Gerätes entsprach. Hin-

sichtlich der Aufnahmequalität konnte es auf Grund der Gleichstromvormagnetisierung und des hierdurch bedingten geringen Dynamikumfanges sowie des ungenügenden Frequenzumfanges und des großen Klirrfaktors — es wurde ein Kohlemikrofon verwendet — noch nicht für Rundfunkreportagen eingesetzt werden.

Der Gerätesatz bestand ohne Zubehör aus zwei Koffern: dem Tonschreiber mit Gleichstromvormagnetisierung als Aufnahmegerät und dem Wiedergabegerät mit Löschkopf. Der Antrieb des Bandes erfolgte beim Aufnahmegerät durch ein kräftiges Federlaufwerk, das nach einer Laufzeit von etwa vier bis fünf Minuten mit einer Handkurbel aufgezogen werden mußte.

Im Wiedergabegerät erfolgte der Bandtransport durch einen 12-V-Gleichstrommotor. Weitere Angaben enthält die Arbeit von P. Schneider [3].

Nach 1945 arbeiteten die Laboratorien des Rundfunks in verstärktem Maße an der Entwicklung noch kleinerer Magnetbandreportagegeräte, wobei sie zunächst von den noch vorhandenen Geräten vom Typ „Tonschreiber C" ausgingen und durch Verbesserung des Antriebes und des Aufbaues sowie durch Anwendung der HF-Vormagnetisierung in Verbindung mit geeigneteren Magnetköpfen, Bändern, Röhren und Bauelementen kombinierte Aufnahme- und Wiedergabegeräte schufen, die den gesteigerten Ansprüchen durchaus genügten [3], [4], [5].

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf Geräte mit Bandspulen. Das Auswechseln dieser Spulen und das oft komplizierte Einlegen des Bandes führte besonders dann, wenn es auf Schnelligkeit ankam oder bei ungünstigen Aufnahmebedingungen, zum Beispiel in der Dunkelheit, zu gewissen Schwierigkeiten und hat manche Aufnahme vereitelt.

Durch die Verwendung von Bandkassetten versprach man sich bedienungstechnische Vorteile, wobei man von den Erfahrungen ausging, die mit den Filmkassetten von Schmalfilmaufnahmegeräten gemacht wurden. Da aber in der Magnettontechnik mit wesentlich dünneren und schmaleren Bändern als beim Schmalfilm gearbeitet wird, bereitete die Schaffung geeigneter Magnettongeräte mit Bandkassetten einige unvorhergesehene Schwierigkeiten, weshalb die Zahl dieser Geräte nur allmählich zunahm.

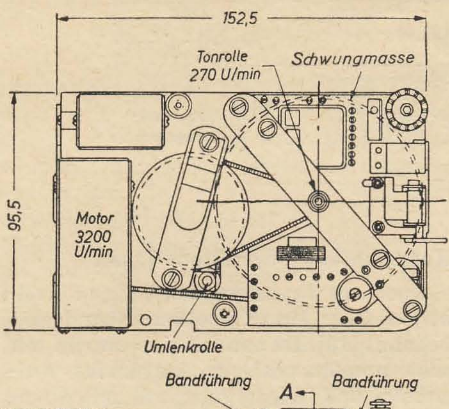
„Reporto-Ton"

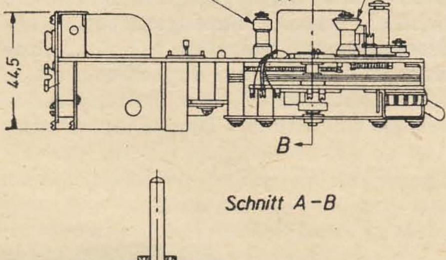
Ein kleines batteriebetriebenes Magnettonaufnahmegerät mit Bandkassette wird seit August 1951 beim Deutschen Demokratischen Rundfunk verwendet. Dieses in der Deutschen Demokratischen Republik entwickelte Vollspuraufnahmegerät erreicht mit einer Bandgeschwindigkeit von 19,05 cm/s eine beachtliche Aufnahmequalität. Als Mikrofon dient ein Kondensatormikrofon in Kleinstausführung. Der Verstärker ist für weichmagnetisches Band (C-Band) ausgelegt. Da kein Löschkopf vorgesehen ist, sind die Kassetten mit gelöschtem Band zu versehen. Das Gewicht des Gerätes beträgt etwa 4 kg.

Dieses inzwischen weiterentwickelte Gerät wurde bereits in RADIO UND FERNSEHEN beschrieben [6] und auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse vom VEB Werk für Fernmeldewesen, Berlin, ausgestellt.

„Midgetape"

Starke Beachtung verdient das von der Firma Mohawk Business Machines Corp. (USA) auf den Markt gebrachte „Midgetape", das erste batteriebetriebene Taschentonbandgerät [7]. Der Preis wird mit etwa 230 Dollar angegeben. Mit den geringen Abmessungen von 216×98×48 mm³ beträgt das Volumen dieses „Zwerggerätes" nur 1 dm³ bei einem Gewicht von etwa 1400 g. Die Bandgeschwindigkeit ist 4,8 cm/s (1⅞ Zoll/s), die Bandlänge max. 91 m (300 Fuß).





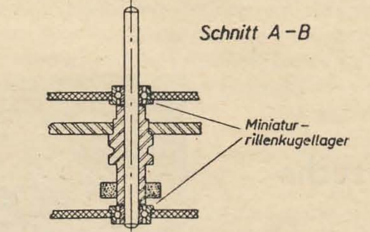


Bild 1: Übersicht des mechanischen Aufbaus

Es wird „Mylar"-Band[1]), ein hartmagnetisches Langspielband (6,3 mm breit), dessen Magnetitträger aus einer dünnen Polyesterfolie von etwa 0,025 mm Dicke besteht, verwendet. Dieses neue Material weist gegenüber den bisherigen Bändern erhebliche Vorteile auf. Bei gleicher Festigkeit ist es etwa 50% dünner, elastischer und tropenfest.

Der Frequenzbereich beträgt 200 bis 5000 Hz ±5 dB, der Fremdspannungsabstand 42 dB. Die Gleichlauf-(Tonhöhen-)schwankungen werden mit ±0,7% angegeben.

Das Gerät ist nur zur Aufnahme und Wiedergabe von Sprache vorgesehen. Es sind Aufnahmen bis zur Dauer von einer Stunde möglich, dabei muß die kleine symmetrische Bandkassette nach 30 Minuten gewendet werden, damit die Aufzeichnung auf der zweiten Spur fortgesetzt werden kann.

Das Gerät ist mit einer Kassette, Batterien, Kristallmikrofon und Kopfhörer ausgestattet. Als weiteres Zubehör sind lieferbar: Armbandmikrofon, Kehlkopfmikrofon, Zusatz zur Aufzeichnung von Telefongesprächen und eine Tasche für den Transport.

Als Stromquelle werden die für Hörgeräte entwickelten Kleinstbatterien mit Druckknopfanschlüssen verwendet. Die Motorbatterie ist für 45, die Verstärkerbatterie für 100 Betriebsstunden ausgelegt. Um die Abmessungen des Gerätes klein zu halten, wurden die Bandrollen in der Kassette nicht nebeneinander, sondern übereinander so angeordnet, daß sie sich unabhängig voneinander drehen können. Bandanfang und -ende sind mit den Rollenkernen fest verbunden. Eine Seite der Kassette steht mit dem Rollenantrieb in Verbindung. Dieser rastet nach Einlegen der Kassette automatisch in die hierfür vorgesehenen Löcher der unteren Rolle ein und bewirkt hierdurch das Aufwickeln des Bandes.

Das Auswechseln der Kassette ist einfach, allerdings muß das Band um die Magnetköpfe und die beiden Führungsbolzen gelegt werden. Schneller Vorlauf des Bandes ist nicht möglich. Für das Rückspulen des Bandes ist Handbetrieb mit einer Kurbel vorgesehen, die im Deckel des Gerätes eingelassen ist. Die Rückspulzeit beträgt ein bis zwei Minuten.

Durch einen mit Zeitmarkierungen versehenen Schlitz im Gerätedeckel und in der Kassette kann die noch zur Verfügung stehende Bandlänge kontrolliert werden.

Der Bandantrieb erfolgt durch eine Tonrolle von 3,4 mm ∅, an die das Band bei Aufnahme und Wiedergabe mit Hilfe einer von außen schaltbaren Gummiandruckrolle gelegt wird. Der Andruck des Bandes an die beiden, unter einer gemeinsamen Abschirmkappe montierten Tonköpfe wird durch zwei Filzstücken erreicht. Die mit einer Schwungmasse versehene Tonrolle (n = 270 U/min) wird durch einen elastischen Rundriemen über eine Umlenkrolle vom hochtourigen Motor (n = 3200 U/min) angetrieben. Der Antrieb der Aufwickelspule erfolgt über einen weiteren Riemen von einer kleinen, auf der Tonrollenachse befindlichen Schnurscheibe. Für die einwandfreie Lagerung der Tonrollenachse sorgen zwei Miniaturrillenkugellager. Die Motordrehzahl und damit die Bandgeschwindigkeit wird durch einen auf der Achse des Gleichstrommotors befindlichen elektromechanischen Fliehkraftregler konstant gehalten.

Eine in den Regelkreis des Motors geschaltete rote Signallampe verlöscht, wenn infolge zu niedriger Batteriespannung die Motordrehzahl nicht mehr konstant gehalten werden kann. Die Laufzeitreserve beträgt von diesem Zeitpunkt an noch etwa zwei Stunden. Die Regelung der Motordrehzahl erfolgt bei einer Batteriespannung von 7 bis 9 V.

Bild 2, Seite 398, zeigt das Schaltbild des „Midgetape"-Taschentonbandgerätes. Hier fällt besonders die Schaltung der Röhre CK 542 DX auf, die bei Aufnahme als Verstärkerstufe und als Oszillator zur Erzeugung des Vormagnetisierungsstromes arbeitet. Die Frequenz des Vormagnetisierungsstromes beträgt nur 11 kHz! Das Lö-

---

[1]) „Mylar", Markenname der Firma DuPont.

schen des Bandes erfolgt in Stellung Aufnahme mit einem durch den Löschkopf erzeugten Gleichfeld. Der Löschkopf ist in Reihe mit einem Widerstand von 47 Ω an die 1,35-V-Batterie geschaltet.

Abhörverstärker mit einem kleinen Lautsprecher von 50 mm ∅ entwickelt. Der Anschluß des Mikrofons, des Kopfhörers oder Abhörverstärkers erfolgt über Steckvorrichtungen.

digkeit wird mit 4,8 cm/s angegeben, kann aber bei höheren Qualitätsansprüchen auf 9,5 cm/s umgeschaltet werden.

Infolge getrennt aufgebauter Aufnahme- und Wiedergabeverstärker mit je drei Transistoren ist Aussteuerungskontrolle während der Aufnahme möglich.

Zwei weitere Transistoren sind im 25-kHz-Oszillator zur Erzeugung des Vormagnetisierungsstromes eingesetzt. Zur Aufnahme ist ein kleines dynamisches Mikrofon, für die Wiedergabe ein Kristallkopfhörer vorgesehen.

Die Quecksilberbatterien zur Stromversorgung ermöglichen eine Betriebszeit von 40 Stunden.

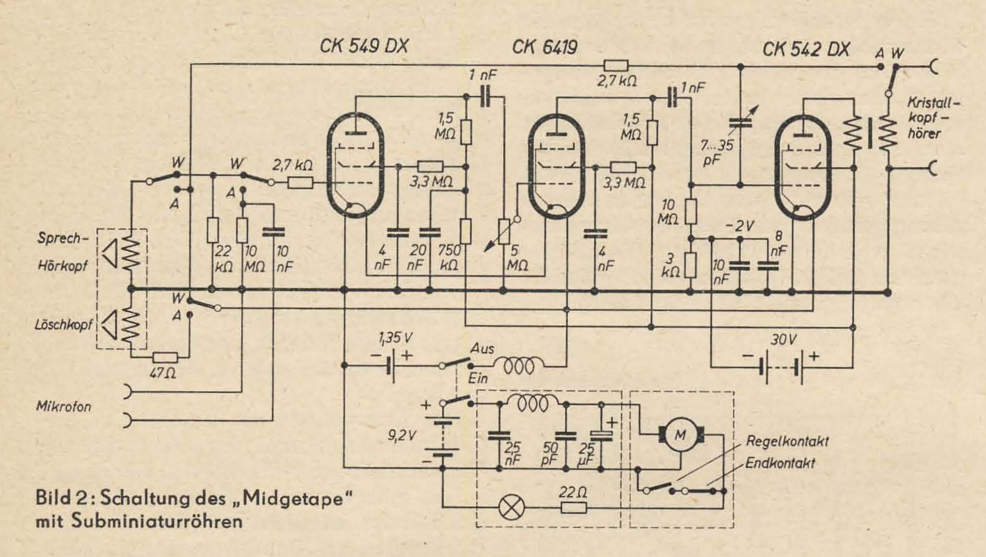


Bild 2: Schaltung des „Midgetape" mit Subminiaturröhren

Eine Aussteuerungskontrolle während der Aufnahme wurde nicht vorgesehen, die Verstärkungsregelung ist mit dem 5-MΩ-Potentiometer zwischen der ersten und zweiten Verstärkerstufe möglich.

Die Aufzeichnungen können entweder direkt in Stellung Wiedergabe des Gerätes mit einem Kopfhörer oder über entsprechende Zusatzverstärker an einem Lautsprecher abgehört werden. Als Zubehör für das „Midgetape" wurde ein spezieller

Kassettentonbandgerät aus Japan

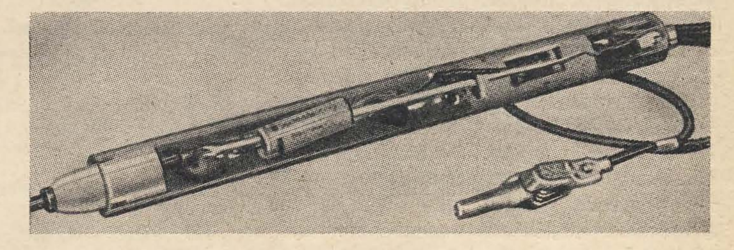
Auch aus Japan wurden einige Einzelheiten über ein Kassettentonbandgerät bekannt [10]. Es handelt sich um ein mit acht npn-Transistoren bestücktes Aufnahme- und Wiedergabegerät mit offensichtlich besseren Laufeigenschaften als das erwähnte „Midgetape"-Gerät. Allerdings ist es dafür etwa doppelt so groß.

Die Laufzeit des 6,3 mm breiten Bandes beträgt eine Stunde. Die Bandgeschwin-

Literatur

[1] v. Braunmühl u. Weber: DRP 743411 vom 28. 7. 1940; ausgeg. 24. 12. 1943 (bekanntgemacht 4. 11. 1943).
[2] Weber, W.: Von der Wachsplatte zum Kleinstmagnetofon, Reichsrundfunk, Jahrg. 1944/45, Heft 13/14, Oktober 1944.
[3] Schneider, P.: Tragbare Magnetbandreportagegeräte, radio mentor Nr. 4 (1951) S. 170 bis 173.
[4] Schürer, H.: Koffermagnettongerät R 72, radio mentor Nr. 3 (1952) S. 110/111.
[5] Gondesen, Karl-Erik: Das neue Koffermagnettongerät für Reportagezwecke R 85, Techn. Hausmitteilungen des NWDR Nr. 5/6 (1954) S. 127 bis 132.
[6] Leipziger Messe 1955, Elektroakustik, Radio und Fernsehen Nr. 6 (1955) S. 177 bis 178.
[7] The „Midgetape", Radio & TelevisionNews Nr. 6 (1955) S. 70.
[8] Machine Design Nr. 12 (1955) S. 208.
[9] Sel Heller: New Developments in Tape Recorders, Radio Electronics Nr. 6 (1955) S. 37/38.
[10] Electronics Nr. 2 (1956) S. 10.

Transistorprüfspitze zur Fehlersuche im Videotuner


Bild 1: Der Transistorverstärker in einem durchsichtigen Plastikrohr

Über gute Erfolge bei der Fehlersuche im Tuner von Fernsehempfängern mit Hilfe eines als Prüfspitze aufgebauten Transistorverstärkers berichtet Homer L. Davidson im Septemberheft 1955 der Zeitschrift „Radio Electronics". Anlaß zum Aufbau der Schaltung gab die ungenügende vertikale Verstärkung vieler Oszillografen, die keine exakte Aufzeichnung des im Tuner auftretenden Videosignals zuläßt. Wird dagegen das verstärkte Signal dem

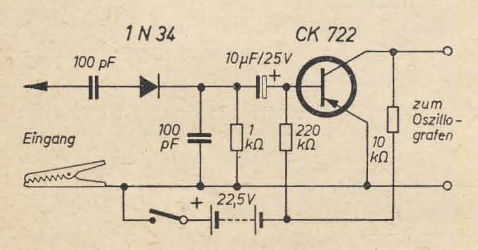


Bild 2: Schaltung der Prüfspitze

Oszillografen nach der ersten oder zweiten Bild-ZF-Stufe zugeführt, ist eine Ermittlung der Fehlerquelle nicht mehr in allen Fällen möglich.

Bild 2 zeigt die einfache Schaltung der Videoprüfspitze. Die Werte des Blockwiderstandes zur Erzeugung der erforderlichen Vorspannung sowie des Ausgangswiderstandes werden am günstigsten durch Versuche ermittelt. Dabei ist zu beachten, daß beim Einstellen der Widerstandswerte auf maximale Verstärkung ein Teil des Rauschens mit verstärkt wird.

Die Einzelteile der Schaltung sind so zusammenzulöten, daß der ganze Aufbau nicht länger als 25 cm wird und in ein entsprechend langes Kunststoffrohr von etwa 2,5 cm Durchmesser eingebaut werden kann. Steht eine Miniaturbatterie mit entsprechend kleinen Abmessungen zur Verfügung, wird sie ebenfalls in die Spitze mit eingebaut. Die mit dem Transistorverstärker erreichte Verstärkung läßt eine direkte Messung des Videosignals im Tuner des Fernsehempfängers zu, wobei der Oszillograf auf geringste Verstärkung eingestellt sein soll. *-ep*

Berichtigung

In Nr. 14 (1955) auf Seite 434 muß der Kondensator C_4 im Bild 1 den Wert 100 pF haben. Im Bild 2, Seite 435, ist der Widerstand R_{26} mit 75 kΩ einzusetzen, R_{29} wird nicht mit Masse verbunden, sondern mit der Plusleitung. Die Anschlüsse an der linken Diode der Röhre 10 sind gegeneinander zu vertauschen. An dem Verbindungspunkt R_{37}, R_{38}, C_{44} kann die Begrenzerstrommessung vorgenommen werden.

Nr. 10 (1956): Der auf Seite 294 beschriebene Antennenverstärker Typ 9 E 01 wird nicht vom VEB Fernmeldewerk Bad Blankenburg, sondern vom VEB Meßgerätewerk Zwönitz unter der Bezeichnung AV-864 gefertigt.

Nr. 11 (1956): Im Schaltbild des Schwebungssummers auf Seite 336 muß die Verbindungsleitung zwischen dem Modulatorausgang und den unteren Anschlüssen der Kondensatoren C_1, C_3 und C_4 gemeinsam mit R_{12} an Masse liegen.

WERNER TAEGER

Misch- und Oszillatorstufe im UKW-Empfänger

Im Prinzip unterscheidet sich die Mischstufe eines UKW-Empfängers kaum von derjenigen in einem Kurzwellen- oder Rundfunkmittelwellenempfänger. Die dort üblichen Verbundmischröhren, wie Trioden-Hexoden und Trioden-Heptoden (zum Beispiel ECH 81), sind in multiplikativen Mischschaltungen bis zu Frequenzen von 100 bis 150 MHz noch durchaus verwendbar, wobei auch die Mischsteilheit nach höheren Frequenzen zu nur geringfügig abnimmt. Da aber wegen der in UKW-Empfängern wesentlich höheren Zwischenfrequenz — 10,7 MHz gegenüber rund 470 kHz in Kurz- und Mittelwellenempfängern — die Resonanzwiderstände der ZF-Kreise, also auch der des ersten auf die Mischstufe folgenden ZF-Bandfilters, erheblich kleiner sind als bei 470 kHz, wird die Mischverstärkung bedeutend kleinere Werte annehmen. Man kann im Rundfunkwellenbereich im Mittel mit einer Konversionsverstärkung von 50 rechnen, im Bereiche der ultrakurzen Wellen dagegen nur noch mit Werten, die zwischen 1 und 3 liegen. Die ECH 81, bzw. für Allstromempfänger die UCH 81, wurde daher auch nur in der Anfangszeit des UKW-Hörrundfunks als kombinierter Mischer-Oszillator (Triodensystem als Oszillator in Colpittsschaltung, Heptodensystem als Mischer) verwendet.

Da die Rauscheigenschaften einer Vielgitterröhre aber ausgesprochen schlecht sind, ging man bereits seit einigen Jahren dazu über, ausschließlich Trioden in der Mischstufe zu verwenden. Mit einer Triode lassen sich aber keine multiplikativen Mischschaltungen aufbauen, sondern nur additive. Auf den Unterschied zwischen multiplikativer und additiver Mischung soll zunächst einmal eingegangen werden.

Werden die Empfangs- und die Oszillatorfrequenz gemeinsam einem Gitter (wie bei der Triode) zugeführt, so spricht man von additiver Mischung. Um die Zwischenfrequenz zu erhalten, muß im gekrümmten Teil der Röhrenkennlinie gearbeitet werden. Bei der multiplikativen Mischung dagegen werden Empfangs- und Oszillatorfrequenz getrennten Gittern zugeführt; in diesem Fall entsteht die Zwischenfrequenz auch bei geradlinigem Kennlinienverlauf. Der Vorteil der multiplikativen Mischung gegenüber der additiven liegt darin, daß die Rückwirkung der Oszillatorfrequenz auf die Antenne wesentlich geringer ist und dadurch Störungen anderer Empfänger im weiteren Umkreis durch Oszillatorausstrahlungen vermieden werden. Diese Gefahr ist bei der additiven Mischung wesentlich größer. Aus diesem Grunde soll bei Anwendung der additiven Mischung in einer Triode

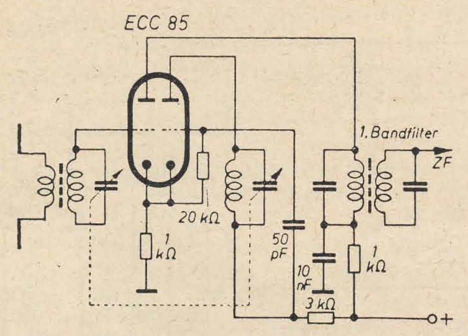


Bild 1: UKW-Triodenmischschaltung

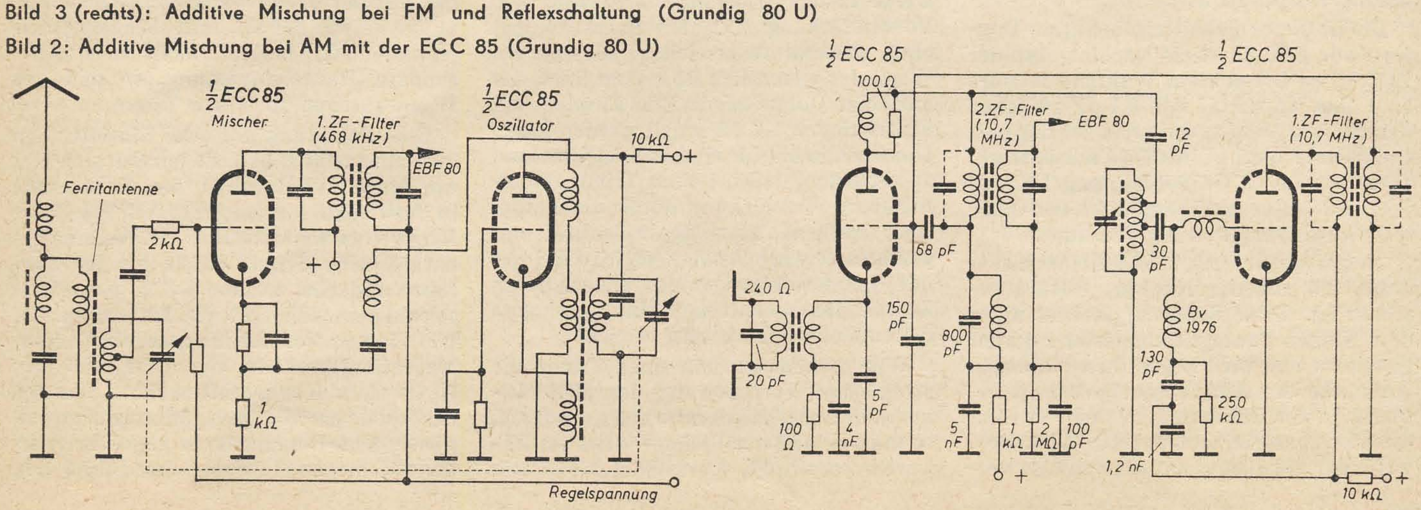
vor der Mischröhre eine Vorstufe vorgesehen werden, die die Oszillatorausstrahlungen über die Antenne verhindert. Erschwerend kommt hinzu, daß bei der additiven Mischung wegen des Arbeitens im gekrümmten Kennlinienteil eine große Anzahl von Oberwellen auftritt, die unter Umständen auch nach außen gelangen und in anderen Empfängern (auch in Fernsehempfängern) zu Störungen führen können. Die genannten Nachteile sind schwerwiegender Art, lassen sich aber durch geschickte Schaltungsanordnung mit Sicherheit vermeiden. Wie bereits gesagt wurde, läßt sich die erforderliche Rauschfreiheit nur bei additiver Mischung erreichen.

Eine ältere UKW-Misch- und Oszillatorschaltung, die aber leicht zu übersehen ist, gibt Bild 1 wieder. Es ist zweckmäßig, hier eine Doppeltriode zu verwenden; das erste Triodensystem arbeitet als Mischer, das zweite als Oszillator. Die inneren Kapazitäten der Röhrensysteme genügen zur Kopplung der Oszillatorschwingung auf das Gitter des Mischers. Die ECC 85 ist eine für derartige Schaltungen sehr brauchbare Röhre. Ihre Steilheit beträgt 6 mA/V und die Mischsteilheit etwa 2,3 mA/V.

Im Grundig AM/FM-Rundfunkempfänger 80 U wird ebenfalls die ECC 85 benutzt. Das besondere Merkmal dieser Schaltung ist, daß auch bei AM-Empfang das eine System der ECC 85 als additive Mischröhre benutzt wird, wobei das zweite Triodensystem als getrennter Oszillator arbeitet; bei FM-Empfang dient das erste System als Vorröhre und das zweite als selbstschwingender Mischer. In den Bildern 2 und 3 sind die Schaltungen für AM- und für FM-Empfang getrennt herausgezeichnet; die komplizierten Umschaltvorrichtungen zum Übergang von AM- auf FM-Empfang sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen worden. Die gesamte Mischeinheit für UKW- und AM-Empfang ist in einer Abschirmbox untergebracht, so daß bereits durch diese Maßnahme eine große Sicherheit gegen Störstrahlung gegeben ist. Infolge des wesentlich geringeren Rauschwiderstandes, der eine losere Ankopplung des Eingangskreises an das Mischröhrengitter erlaubt, ist die Kreuzmodulationsfestigkeit besser als bei einer multiplikativen Mischschaltung; Pfeifstellen treten somit nicht auf. Die Mischsteilheit ist dabei wesentlich höher als zum Beispiel bei einer Mischhexode. Die Exponentialkennlinie der ECC 85 ist ohne Nachteile für die Schwundregelung benutzbar. Die für AM-Empfang im zweiten Triodensystem erzeugte Oszillatorspannung wird über eine kleine Koppungsspule an den 1-kΩ-Katodenwiderstand in die Mischstufe eingespeist. In Reihe mit dieser Ankopplung liegt eine induktive Kopplung zum ersten Kreis des ZF-Bandfilters und bewirkt durch eine

Bild 3 (rechts): Additive Mischung bei FM und Reflexschaltung (Grundig 80 U)

Bild 2: Additive Mischung bei AM mit der ECC 85 (Grundig 80 U)



ZF-Rückkopplung eine Erhöhung des Innenwiderstandes des ersten Triodensystems. Dem dynamischen Innenwiderstand ist die Kreiskapazität (etwa 800 pF) des Bandfilters angepaßt. Der 2-kΩ-Widerstand vor dem Mischröhrengitter verhindert das Auftreten parasitärer Kurzwellenschwingungen.

Bei der Umschaltung auf UKW-FM-Empfang (Bild 3) dient das erste Triodensystem als Vorröhre, wodurch eine weitere Sicherheit gegen Störstrahlung zur Antenne erzielt wird. Da auf die ECC 85 nur eine ZF-Stufe (EBF 80) folgt, wurde hier zur Erhöhung der ZF-Spannung die Vorröhre nochmals — aber diesmal zur ZF-Verstärkung — in der sogenannten Reflexschaltung herangezogen. Wie Bild 3 deutlich erkennen läßt, arbeitet dabei das erste Triodensystem für die HF-Vorverstärkung in Gitterbasisschaltung (für die zustellen, daß das System Katode — erstes Steuergitter (g_1) — Schirmgitter (sg) als Oszillatortriode in ECO-Schaltung arbeitet. Es ist darauf zu achten, daß die Kapazität Katode-Heizfaden unschädlich gemacht wird, da sie sonst als zusätzliche Kapazität in den Oszillatorschwingkreis mit eingeht. Da diese schädliche Kapazität außerdem in ihrer absoluten Größe stark temperaturabhängig ist, macht sie sich besonders beim Anheizen der Röhre unangenehm bemerkbar. Der einfachste Weg, die Kapazität unschädlich zu machen, ist natürlich der, sie einfach kurzzuschließen, wie es im Bild 4 angedeutet ist. Bei manchen Schaltungen ist das aber nicht ohne weiteres möglich; man muß sich dann durch kapazitives Überbrücken zwischen Katode und Heizfaden durch einen größeren Kondensator (Größenordnung etwa 50 pF) zu helfen versuchen.

Röhren (EF 89) oder durch eine zusätzliche ZF-Stufe die Gesamtverstärkung auf angenähert den gleichen Wert wie mit einem Pentodeneingang gebracht werden.

Bild 5 zeigt eine Schaltung, wie sie von Saba auf Grund dieser Überlegungen im AM/FM-Empfänger „Baden-Baden" verwendet wird. Die Abstimmung (Vorkreis, Zwischenkreis und Oszillatorkreis) erfolgt durch ein Dreifach-L-Variometer, wodurch stets optimale Kreisgüten, eine gleichmäßige Empfindlichkeit über den gesamten UKW-Bereich (85 bis 100 MHz) und größtmögliche Sicherheit gegen Störstrahlung — auch für die Grundwelle des Oszillators — erreicht werden. Die Eingangsspule ist bifilar gewickelt und gegen die Antennenspule durch eine Kupferfolie abgeschirmt, der UHF-Eisenkern liegt an Masse. Durch beide Maßnahmen wird eine gute antennenseitige

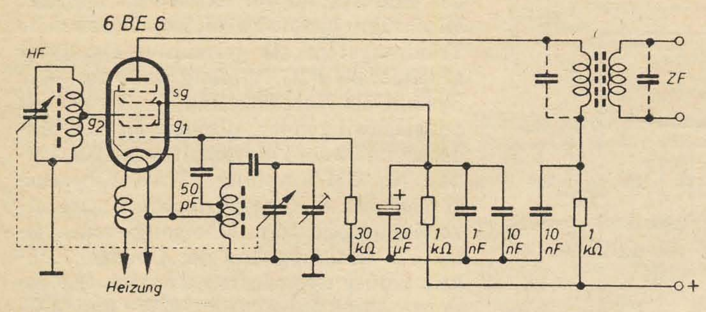


Bild 4: UKW-Mischschaltung mit der Heptode 6 BE 6 (Pentagridkonverter)

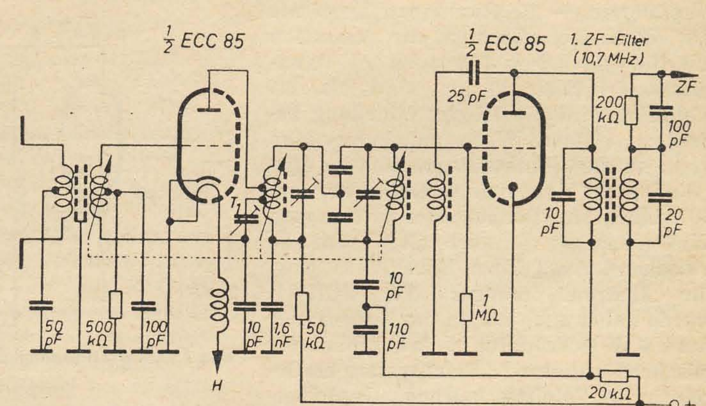


Bild 5: Vorröhre (½ ECC 85) und selbstschwingende Mischstufe (½ ECC 85) im Saba-AM/FM-Empfänger „Baden-Baden" →

ZF-Verstärkung in KB-Schaltung). Der Sekundärkreis des ersten ZF-Bandfilters liegt an der Katode des ersten Systems; das Gitter ist über 150 pF hochfrequenzmäßig geerdet. Der von einer Drossel umwickelte 100-Ω-Widerstand in der Anodenleitung stellt eine Dämpfung gegen unerwünschte UHF-Schwingungen dar. Die im zweiten System erzeugte Oszillatorspannung beträgt etwa 2,5 V. Im Anodenkreis dieses Systems liegt das erste 10,7-MHz-UKW-Bandfilter; die Sekundärseite führt, wie bereits erwähnt, zum zweifach ausgenützten ersten Triodensystem. Die Drossel Bv 1976 stellt zusammen mit dem 130-pF-Kondensator einen Saugkreis für die hinter dem ersten Triodensystem unter Umständen noch stehende ZF-Spannung dar (Spannungsteilung 130 pF/1,2 nF).

Die in dieser Schaltung benutzte Doppeltriode ECC 85 ist als Nachfolgetyp der ECC 81 zu betrachten. Während letztere aber eine Kapazität von 0,4 pF zwischen den beiden Anoden aufweist, ist der entsprechende Wert der ECC 85 nur 0,04 pF. Dieser um eine Größenordnung kleinere Wert erleichtert das Fernhalten der Oszillatorschwingung von der Antenne.

Zum Vergleich zeigt Bild 4 eine Mischstufe, die mit der Heptode 6 BE 6 bestückt ist. Diese Schaltungsart ist unter dem Namen Pentagridkonverter bekannt geworden und wird wegen ihres einfachen Aufbaues von Amateuren bevorzugt benutzt. In der Röhre wird auch die Oszillatorschwingung mit erzeugt. Die Wirkungsweise der Schaltung hat man sich so vor-

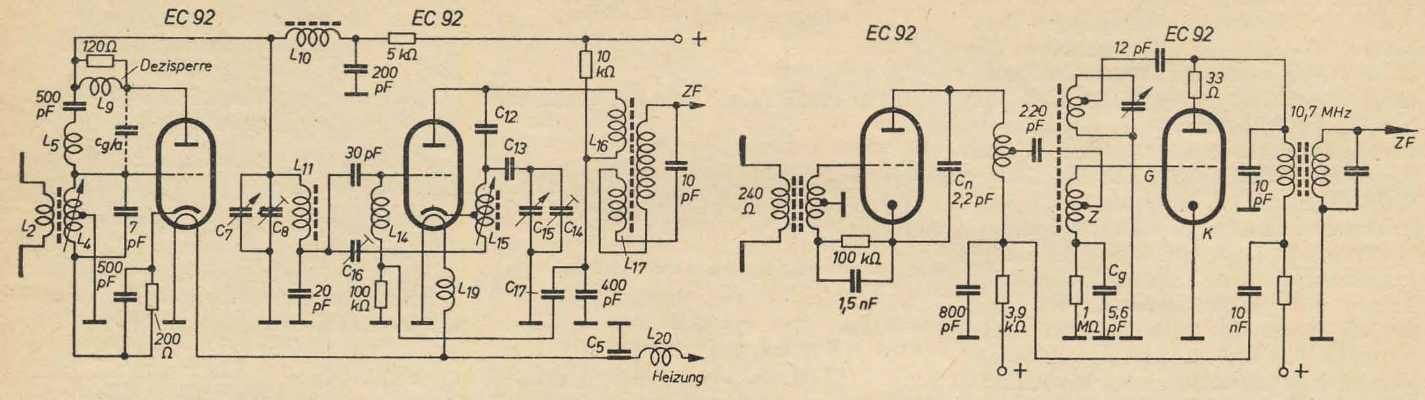
Wenn heute allgemein statt der Pentode in UKW-Eingangsschaltungen die steile UKW-Triode eingesetzt wird, so liegen dabei folgende Überlegungen zugrunde: Der äquivalente Rauschwiderstand einer Triode ist ungefähr halb so groß wie der einer Pentode. Maßgebend für die Qualität eines UKW-FM-Empfängers, die neben guter Selektion und Störunterdrückung vor allem vom niederfrequenten Rauschabstand abhängt, ist jedoch nicht nur der Rauschwiderstand des Eingangs, sondern auch die Unterdrückung des AM-Rauschens im Begrenzer, die sehr stark von der am Begrenzer stehenden Spannung und somit von der Verstärkung des Gerätes abhängt. Nun ist zwar bei Pentoden (etwa EF 80) eine etwa 1000fache Gesamtverstärkung im UKW-Tuner (Eingangsübersetzung × Vorverstärkung × Mischverstärkung) ohne weiteres zu erreichen. Dies ist ein Wert, der wesentlich über dem liegt, der mit einer Doppeltriode ECC 85 oder zwei Einzeltrioden EC 92 erzielt werden kann. Die Gründe hierfür sind in dem Umstand zu erblicken, daß bei einer Triode die erreichbare Verstärkung durch die Forderung nach stabiler Neutralisation eingeschränkt wird. Außerdem wird bei der mit Trioden vorzugsweise angewandten Zwischenbasisschaltung eine geringere Antennenaufschaukelung erreicht.

Will man daher mit einer Triode die erreichbare Verbesserung des niederfrequenten Rauschabstandes voll ausnützen, so muß an anderer Stelle — etwa im ZF-Verstärker durch Verwendung steilerer

Symmetrie der Eingangsschaltung erzielt, die wichtig ist, um die unsymmetrische Aufnahme von Störungen zu verhindern. Die Neutralisation wird mit dem Trimmer T_1 fest eingestellt und ist wegen der Abstimmung des Antennenkreises über dem Empfangsbereich konstant. Die Anodenkreisspule der Vorröhre (Zwischenkreis) bildet zusammen mit der Anodenabblockung von 1,6 nF einen sehr wirksamen Saugkreis für die Zwischenfrequenz. Die Temperaturkompensation des Oszillators ist so eingerichtet, daß bei Erwärmung Oszillatorfrequenz und ZF in gleicher Richtung laufen, so daß die entstehende effektive Frequenzabweichung nicht in Erscheinung tritt. Durch die Abstimmung des Eingangskreises wird ferner ein geringer Lauf des Eingangswiderstandes mit der Frequenz erreicht. Zwischen Dipol (etwa 240 Ω) und Eingangskreis (etwa 480 Ω) besteht nicht Leistungs-, sondern Rauschanpassung, so daß das Eigenrauschen zu einem Minimum wird.

Eine Schaltung mit zwei Einzeltrioden im Tuner zeigt Bild 6. Es handelt sich hier um den UKW-Baustein, den Nordmende in fast allen diesjährigen AM/FM-Empfängern verwendet. Der UKW-Baustein enthält eine Triode EC 92 als HF-Vorröhre und eine weitere EC 92 als selbstschwingende Mischstufe. Interessant ist hier die von Nordmende entwickelte Neutralisationsmethode der Vorstufe. An Stelle eines Kondensators, über den von der Anode her Wechselspannungen gegenphasig dem Eingangskreis zugeführt werden (siehe zum Beispiel im Bild 5 den

Bild 6: Selbstschwingende Mischstufe mit EC 92 (Nordmende) | Bild 7: Eingangsschaltung mit zwei EC 92 (Philips)



Trimmer T_1), wird hier eine besondere Doppelvorkreisschaltung benutzt. Die üblichen Neutralisierungskondensatoren haben den Nachteil, daß die an der Anode noch vorhandenen Oberwellenreste der Oszillatorfrequenz fast ungeschwächt nach vorn zur Antenne geführt werden. Bei Nordmende wird die schädliche Gitter-Anodenkapazität durch die parallel liegende Spule L_5 weggestimmt, so daß der Schwungradwiderstand des aus L_5 und $c_{g/a}$ entstehenden Schwingungskreises die Oszillatorgrundwelle völlig sperrt. Auch die Oberwellen finden nur noch ihren Weg über die sehr kleine Kapazität $c_{g/a}$ zur Antenne. Ein gutes Verdrosseln der Heizung mit der Drossel L_{19} und dem Durchführungskondensator C_5 verhütet weiter jegliches Verschleppen von Resten der Oszillatorfrequenz zur Katode der HF-Vorstufe.

Der Oszillator der im Bild 6 dargestellten Nordmende-Schaltung schwingt in ECO-Schaltung. In der Katodenleitung liegt ein Teil der Spule L_{15}; durch diese Katodenselbstinduktion wird eine kräftige Gegenkopplung für alle Oszillatoroberwellen hervorgerufen, so daß also bereits am Entstehungsort die Oberwellen verhältnismäßig stark unterdrückt werden. Ferner liegen von der Anode der Oszillatorröhre EC 92 nach Masse die Kondensatoren C_{12}, C_{13} und C_{14}, die räumlich so angeordnet sind, daß sie alle Oberwellenreste an der Anode auf dem kürzesten Wege zur Masse ableiten.

Die steile Triode EC 92 gestattet eine Vielgestaltigkeit der Schaltungsauslegung für die Eingangs- und Mischstufen der UKW-Empfänger, wie sie zu keiner Zeit bei irgendeiner Empfängerstufe geherrscht hat. Bei der Schaltungstechnik der EC 92 als selbstschwingender Mischer sind mehrere Varianten möglich: Entweder ist der Gitterkreis abgestimmt und der Anodenkreis unabgestimmt oder umgekehrt. Zur besseren Anpassung des Innenwiderstandes der selbstschwingenden Mischtriode an den Resonanzwiderstand des ersten ZF-Bandfilters wird in den meisten Fällen der Innenwiderstand der Röhre durch Rückkopplung heraufgesetzt. Neben der Katodenrückkopplung durch eine Windung im Katodenkreis auf den ersten ZF-Kreis findet man bei einigen Herstellern auch die phasenrichtige Rückführung eines Teiles der ZF-Spannung an das kalte Ende des Gitterkreises. Die EC 92 ist der ECC 85 hinsichtlich ihrer Daten überlegen. Gegenüber der Steilheit von 6 mA/V bei einem System der ECC 85 beträgt bei der EC 92 $S = 6{,}7$ mA/V (bezogen auf eine Anodenspannung von 200 V). Der Verstärkungsfaktor beträgt 60, der Eingangswiderstand 8 kΩ (gegen 6 kΩ bei der ECC 85 bezogen auf 100 MHz). Als selbstschwingende Mischröhre ist die Mischsteilheit 1,9 mA/V (gegen 2,3 mA/V bei der ECC 85) und der äquivalente Rauschwiderstand 1,85 kΩ (gegen 1,9 kΩ bei der ECC 85).

Eine von Philips benutzte Schaltung des UKW-Tuners mit zwei Trioden EC 92 zeigt Bild 7 in vereinfachter Darstellung. Die HF-Vorstufe arbeitet hier in Zwischenbasisschaltung, wobei der Erdungspunkt an einer Anzapfung der Gitterkreisspule liegt. Dadurch wird der Eingangswiderstand nicht so extrem niedrig wie bei einer reinen Gitterbasisstufe $\left(r_e \approx \frac{1}{S}\right)$, das heißt, es ergibt sich eine gewisse Antennenaufschaukelung und damit ein besseres Signal/Rauschverhältnis. Andererseits ist die Selbsterregungsneigung der Röhre in dieser Schaltung nicht so groß wie bei hochliegendem Gitter (reine Katodenbasisschaltung).

Der Oszillator der von Philips gewählten Schaltung schwingt nach dem gewöhnlichen Rückkopplungsprinzip. Der angezapfte Schwingkreis liegt gleichspannungsfrei an der Anode, der Gitterkreis bildet die Rückkopplungsspule. Ein RC-Glied erzeugt die automatische Gittervorspannung. Es besteht nun die Aufgabe, die HF-Empfangsspannung zusätzlich so dem Steuergitter zuzuführen, daß keine Oszillatorspannung zur Vorröhre gelangen kann und über die Antenne abstrahlt. Die beiden Spulen und die Kapazitäten $c_{g/k}$ (Gitter—Katodenkapazität der EC 92) und $C_g = 5{,}6$ pF (der Neutralisierungskondensator) bilden eine Brücke,

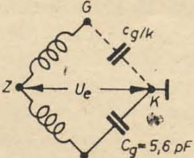
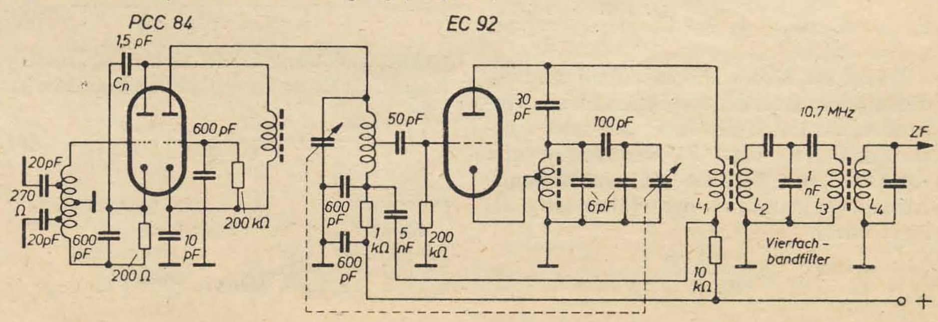


Bild 8: Ersatzbild für die aus Spulen und Kapazitäten gebildete Brücke zur Unterdrückung der Oszillatorspannung, entsprechend Bild 7

wie Bild 8 erkennen läßt. Die HF-Eingangsspannung U_e liegt zwischen der Spulenanzapfung Z (Bilder 7 und 8) und der Katode K. Bei richtig abgeglichener Brücke, was durch Eintrimmen des Kondensators C_g erreicht wird, ist die Brückendiagonale frei von Oszillatorspannung, die somit auch nicht in den Vorkreis gelangen kann.

Einen Ausschnitt aus der Eingangsschaltung, wie sie Nogoton in ihrem UKW-Einbausuper verwendet, gibt Bild 9 wieder. Hier wird in der Vorstufe die vom Fernsehempfänger her bekannte Kaskodeschaltung mit der PCC 84 verwendet. Das erste Triodensystem dieser Röhre arbeitet in Zwischenbasis-, das zweite in Gitterbasisschaltung. Im Anodenkreis des zweiten Triodensystems liegt der abstimmbare zweite UKW-Kreis. Die Oszillatormischröhre EC 92 arbeitet mit Katodenrückkopplung, dadurch ist diese Stufe ausreichend gegen die Eingangskreise entkoppelt. Die ZF-Rückkopplung zur Erhöhung des Röhreninnenwiderstandes der EC 92 führt über 5 nF zum kalten Ende der Anodenspule des zweiten UKW-Kreises. Infolge der hohen HF-Verstärkung in der Kaskodevorstufe kann man hier auf die Mischröhre ein Vierfachbandfilter folgen lassen, dessen beide mittlere Kreise L_2 und L_3 über 1 nF kapazitiv stromgekoppelt sind. Von der Herstellerfirma werden für das Gerät folgende erstaunlichen Werte angegeben: Bei 0,7 µV Eingangsspannung und 40 kHz Hub ist das Signal/Rauschverhältnis bereits gleich 3. Ein niederfrequenter Rauschabstand

Bild 9: UKW-Super mit Kaskodeeingang (Nogoton)



von 26 dB (20 : 1) ergibt sich bereits bei 2,5 μV Eingangsspannung.

Aus den bisherigen Darlegungen geht hervor, daß sich in der Mischstufe die steile Triode in selbstschwingender Schaltung weitgehend durchgesetzt hat. Die Vorteile sind unbestreitbar. Ein schwerwiegender Nachteil wurde bisher nur am Rande erwähnt: die hohe Ausgangsdämpfung (kleiner Innenwiderstand), die Verstärkung und Trennschärfe verringert. Man versucht daher, durch eine Entdämpfungsschaltung den Innenwiderstand der Triode auf Werte zwischen 100 und 200 kΩ zu erhöhen. Es sind zwei Faktoren, die den wirksamen Ausgangswiderstand der selbstschwingenden Mischtriode bestimmen: der bei etwa 20 kΩ liegende Innenwiderstand der Röhre und der durch die Gegenkopplung über die Gitter-Anodenkapazität $c_{g/a}$ entstehende zusätzliche Dämpfungswiderstand. Durch den Gitterkondensator zur Stabilisierung der in der gleichen Röhre erzeugten Oszillatorschwingung wird das Steuergitter für die Zwischenfrequenz kapazitiv, so daß $c_{g/a}$ für die ZF gegenkoppelnd wirkt (in normalen Verstärkerschaltungen wirkt $c_{g/a}$ rückkoppelnd). Dem Gegenkopplungseffekt entspricht ein Dämpfungswiderstand, der bei den üblichen Werten des Gitterkondensators — etwa 100 pF — in der Größenordnung von 30 kΩ liegt. Nimmt man die Primärimpedanz des ersten ZF-Bandfilters mit 40 kΩ an, so erkennt man bereits aus dieser überschlägigen Rechnung, daß die Verstärkung damit auf die Hälfte ihres ohne die störende Gegenkopplung erzielbaren Wertes abgesunken sein wird. Bei den in diesem Beitrag beschriebenen Industrieschaltungen (zum Beispiel Nogoton, Bild 9 und anderen) wurde schon darauf hingewiesen, wie man durch Zuführung einer ZF-Spannung, die in Gegenphase zu der über die schädliche Kapazität herangeführten ist, in einer Brückenschaltung die unerwünschte Zusatzdämpfung verkleinern kann. Im Gegensatz zu der Brückenschaltung nach Bild 8 (Philips), die den Zweck hat, das Übertreten der Oszillatorschwingung nach vorn zu verhindern, wird die Brücke zur Dämpfungsreduktion nicht auf Null abgeglichen, da man hier nicht nur $c_{g/a}$ unwirksam machen, sondern auch den Innenwiderstand der Mischtriode erhöhen will.

Bezeichnet man mit $t = \frac{U_a}{U_g}$ das für den Grad der Entdämpfung maßgebende Verhältnis der ZF-Spannungen an der Anode und am Gitter, so ergibt sich für den Zusammenhang zwischen Anodenwechselstrom und Gitterwechselspannung der Mischröhre

$$I_{a,z} = S_c \cdot U_{g,h} + S_m \cdot U_{a,z}\left(\frac{1}{t} + \frac{1}{\mu}\right). \quad (1)$$

Dabei ist S_c die Mischsteilheit und S_m die mittlere Geradeaussteilheit im schwingenden Zustand; die Indizes h und z bezeichnen HF- bzw. ZF-Sannungen und -Ströme. Der für die ZF maßgebende Ausgangswiderstand der Röhre ist definiert durch

$$R_{iw} = \frac{t \cdot \mu}{S_m (t + \mu)} \quad (2)$$

oder wegen $\mu = S_m \cdot R_i$

$$R_{iw} = \frac{t \cdot R_i}{t + \mu} = \frac{R_i}{1 + \frac{\mu}{t}}. \quad (3)$$

In der Praxis macht man das Verhältnis

$$\frac{R_{iw}}{R_i} = 5 \text{ bis } 7.$$

Daraus folgt für das ZF-Spannungsverhältnis t

$$t = -1{,}16\,\mu \text{ bis } t = -1{,}25\,\mu. \quad (4)$$

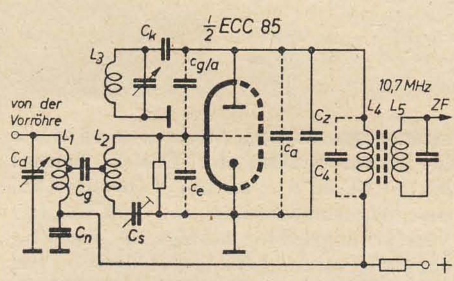


Bild 10: Selbstschwingende Mischtriode (Prinzipschaltbild)

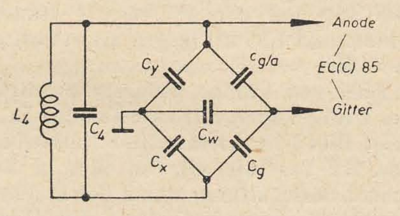


Bild 11: Ersatzschema für die ZF-Brücke nach Bild 10

Das negative Vorzeichen bedeutet, daß die Anodenwechselspannung gegenphasig zur Gitterwechselspannung ist. Für eine Entdämpfung (Rückkopplung) muß dem Gitter eine zur Anodenspannung in Gegenphase befindliche Spannung zugeführt werden. Für die ECC 85 ist $\mu = 60$, somit ergeben sich brauchbare Werte für t zwischen

$$t_1 = -70 \text{ und } t_2 = -75.$$

Im Bild 10 ist noch einmal die Prinzipschaltung einer selbstschwingenden Mischtriode dargestellt. Das dazugehörende Ersatzschema der Brückenschaltung für die einzelnen Kapazitäten ist im Bild 11 gezeichnet. Zur Vereinfachung sind einige der im Bild 10 vorkommenden Kapazitäten zusammengefaßt. Es entsprechen

$$C_k + C_z + c_a = C_y,$$
$$C_d + C_n = C_x,$$
$$C_s + c_e = C_w.$$

Dann ist das Spannungsverhältnis t auch definiert als das Verhältnis der Kapazitäten

$$t = \frac{C_g \cdot C_w + C_x (C_g + C_w + c_{g/a})}{C_x \cdot c_{g/a} - C_g \cdot C_y}. \quad (5)$$

Aus Gleichung 5 läßt sich die gesuchte Kapazität $C_x = C_d + C_n$ berechnen; es ist

$$C_x = -\frac{C_g (t \cdot C_y + C_w)}{C_g + C_w + c_{g/a}(1 - t)}. \quad (6)$$

Beispiel:

Es sei:

C_s = 10 pF
$c_{g/a}$ = 2,5 pF (Röhre plus Fassung)
C_k = 15 pF
C_g = 100 pF
C_z = 5 pF
c_a = 2 pF (Röhre mit Abschirmung)
c_e = 10 pF (einschließlich Schaltkapazität)

Damit werden die zusammengefaßten Kapazitätswerte

$$C_y = 15 + 5 + 2 = 22 \text{ pF},$$
$$C_w = 10 + 10 = 20 \text{ pF}.$$

Setzt man diese Werte in Gleichung 6 ein, so erhält man

$$C_x = C_d + C_n = \frac{-100\,(22\,t + 20)}{100 + 20 + 2{,}5\,(1 - t)} = \frac{-(2200 \cdot t + 2000)}{122{,}5 - 2{,}5 \cdot t}.$$

Wählt man als mittleren Wert für t = — 72, so ergibt sich schließlich

$$C_x = 520 \text{ pF}.$$

Rechnet man für die Kapazität des Drehkondensators C_d etwa 20 pF, so ergibt sich als Größe des Kondensators C_n im Bild 10

$$C_n = C_x - C_d = 240 - 20 = 500 \text{ pF}.$$

Literatur

Renardy: Die UKW-Röhren und ihre Schaltungen, Franzis-Verlag, München.

Springstein: Einführung in die KW- und UKW-Empfänger-Praxis, Fachbuchverlag, Leipzig.

Hopf: Kompensation der Ausgangsdämpfung selbstschwingender UKW-Mischtrioden, Funkschau-Ingenieurbeilage 1955, Nr. 1, S. 2.

Firmenschriften der Graetz KG, Altena; Grundig-Radio-Werke, Fürth; Philips, Hamburg, und Nogoton, Delmenhorst.

Fernsehnotizen aus den USA

Der 250-kW-Fernsehsender WGBI-TV, Scranton, Pennsylvania, im Kanal 22, soll eine Strahlleistung von 2 MW erhalten. Die sehr starke Leistung wird durch einen 45-kW-Sender erzeugt, der eine Helical-Antenne erhält, die die Leistung auf das 50fache erhöht. Außerdem soll der Sender voll automatisiert werden.

Aus „Tele Tech", Dezember 1955

Ein 100-kW-Sender für farbige Fernsehsendungen wird in Portland (Oregon, USA) von der Firma RCA errichtet. Die Kosten werden sich auf etwa 1 Million Dollar belaufen. Eine von RCA entwickelte Antenne bringt die effektive Strahlleistung dieses Senders auf 316 kW.

Aus „Tele Tech", Februar 1956

4,5 MW Strahlleistung bei einer Frequenz von 537 MHz wurden von RCA bei Versuchssendungen des Fernsehsenders in Lancaster (Pennsylvania) erreicht. Die Ausgangsleistung des 100-kW-Senders wurde in eine Antenne eingespeist, die einen Gewinn von 50 erreicht. Die maximal zulässige Strahlleistung für Ultrahochfrequenzsender ist zur Zeit von der FCC mit 1 MW festgesetzt.

Aus „Wireless World", Mai 1956

Ing. FRITZ KUNZE

Eine neue Schaltzeichennorm DIN 40712

Die Schaltzeichennorm „Allgemeine Schaltungsglieder“ DIN 40712 ist nach einer Überarbeitung als Ausgabe April 1956 neu herausgekommen und löst die viel umstrittene Ausgabe dieser Norm vom Februar 1952 ab. Die Änderung erfolgte, um die deutsche Norm an die IEC-Normen anzugleichen.

Wir haben zu der bisher gültigen Norm DIN 40712 verschiedentlich kritisch Stellung genommen und vor allem das dort propagierte Vollrechteck als Schaltzeichen für Induktivitäten abgelehnt[1]). Auf der Londoner IEC-Tagung 1955 wurde als zu bevorzugendes Schaltzeichen für Induktivitäten vier Halbkreise vorgeschlagen, daneben aber auch das Vollrechteck und die Zickzacklinie wahlweise zugelassen[2]). Das Symbol aus vier Halbkreisen war zwar bereits in der Norm DIN 40712, Ausgabe 1952, vorgesehen, aber nur für Hoch- und Höchstfrequenzen. In Anlehnung an die Londoner IEC-Beschlüsse gilt das Halbkreissymbol jetzt für alle Induktivitäten, Drosselspulen und Transformatoren, also selbst für Niederfrequenz und für Netzfrequenz. Ein Unterschied gegenüber den Londoner IEC-Beschlüssen besteht allerdings noch: Während nach der IEC-Norm die Zickzacklinie und das Vollrechteck nur als Alternativschaltzeichen neben den bevorzugt zu verwendenden Halbkreisen zugelassen sind, ist in der Neubearbeitung der Norm DIN 40712 das Vollrechteck gleichberechtigt neben die Halbkreise gestellt. Beide Zeichen können wahlweise angewendet werden. Die Zickzacklinie ist nicht zugelassen.

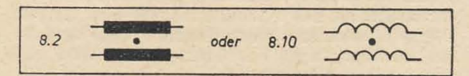
Die neue Norm DIN 40712 vom April 1956 zeigt folgende Unterschiede gegenüber der Norm vom Februar 1952: Neben dem Vollrechteck sind gleichberechtigt anzuwenden:



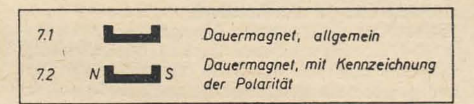
¹) evtl. unter Angabe des Werkstoffes, z.B. Cu oder Cu + Fe

Die wahlweise zugelassenen Schaltzeichen für Übertrager (Transformatoren, Wandler) sind analog, unter die angegebenen Zeichen für Induktivitäten und Drosselspulen werden jeweils noch vier Halbkreise gezeichnet.

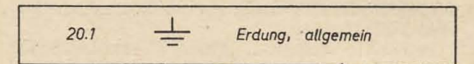
Nach der neuen Norm wird der Strich für den Eisenkern und den Metallkern nicht so stark wie bisher, sondern in derselben Strichstärke wie die Halbkreise gezeichnet. Den Luftspalt deutet man durch Unterbrechen des Striches an. Der Massekern wird nicht mehr durch kurze, dicke Striche, sondern durch acht Punkte gekennzeichnet. Eine besondere Kennzeichnung eines unmagnetischen Metallkernes entfällt künftig. Ein dicker Punkt unter dem Symbol für die Drosselspule veranschaulicht, daß es sich um eine Luftdrossel handelt. Dies gilt auch für einen Transformator ohne Kern:



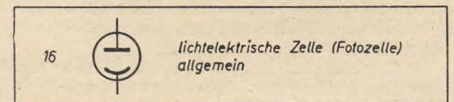
Völlig neu ist das Zeichen für einen Dauermagneten:



Das Erdungszeichen besteht neuerdings aus dem umgekehrten T mit nur zwei Strichen an Stelle von bisher drei:



Das Symbol für eine Fotozelle ist neu gestaltet worden:



Das abgelehnte Symbol für Schaltungsglieder mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie (wozu man neben der Lichtbogenentladung und der eisengesättigten Drosselspule auch die Germaniumdiode rechnete[3])!) wurde fallengelassen. Die Germaniumdiode ist damit wieder als elektrisches Ventil zu zeichnen.

Mit der Ausgabe der neuen Norm ist auch die Anmerkung in der „Elektronorm“ Heft 4/5 (1954) — als Zeichen für die Induktivitäten sei wahlweise auch die Zickzacklinie zugelassen — hinfällig geworden. Dem augenblicklichen Stand der IEC-Norm entspricht das zwar nicht, denn die sieht die Zickzacklinie als gleichberechtigt neben dem Vollrechteck an. Als weitere Folge der Neufassung von DIN 40712 werden noch verschiedene andere Normen, selbst neueren und neuesten Datums, wie DIN 40700, 40714, 40715, 43807, 53483 u. a. m., überarbeitet und ergänzt werden müssen.

Wenn auch mit der Neufassung der Norm DIN 40712 noch keine völlige Übereinstimmung mit den internationalen IEC-Normen geschaffen wurde, so ist doch eine gewisse Angleichung erzielt worden. Wir freuen uns, daß damit die im Heft 6 (1954) erhobene Forderung, die Norm DIN 40712 von 1952 zurückzuziehen und neu zu bearbeiten, erfüllt wurde. Hoffen wir, daß anläßlich der für Juni/Juli 1956 in München vorgesehenen IEC-Konferenz eine völlige Einigung über alle offenen Streitfragen zustande kommt.

Von der Kammer der Technik ist inzwischen die Verbindlichkeitserklärung der neuen Norm DIN 40712 und damit die Ungültigkeitserklärung der Ausgabe 1952 für das Gebiet der DDR beantragt worden.

---

[1]) „Arbeitserschwernis durch unmögliche Schaltzeichennormen“ in Nr. 6 (1954) S. 170/171, „Schaltzeichen für Induktivitäten und Widerstände“ in Nr. 3 (1955) S. 86/88 von RADIO UND FERNSEHEN.

[2]) „Beratungen des Fachausschusses Schaltzeichen der Londoner IEC-Tagung“ in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 1 (1956) S. 12.

[3]) Siehe RADIO UND FERNSEHEN Nr. 6 (1954) S. 171, Bild 3 m.

AUFGABEN UND LÖSUNGEN

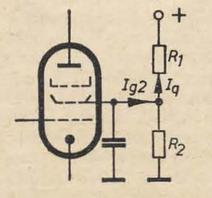
Bearbeitet von HANS SUTANER

Unter dieser Rubrik wollen wir in zwangloser Reihenfolge Rechenbeispiele aus dem Gebiet der Elektro- und Hochfrequenztechnik veröffentlichen. Dem Praktiker soll mit ihrer Hilfe gezeigt werden, wie man auch einfache Probleme besser durch eine exakte Rechnung als durch mehr oder weniger unsicheres Experimentieren lösen kann; die Theoretiker unter unseren Lesern können diese Seite überschlagen oder – was mehr zu empfehlen ist – sich auch einmal ganz nebenbei mit diesen „kleinen Fischen“ befassen. Es soll nämlich schon vorgekommen sein, daß selbst alte Hasen minutenlang überlegen und dann sogar schriftlich nachrechnen mußten, um auf die Formel $I = \sqrt{\frac{N}{R}}$ zu kommen. Außerdem werden ab und zu auch „Knochen“ gebracht werden, an denen es einige Zähne auszubeißen gibt. Den Anregungen und Vorschlägen unserer Leser, wie wir diese Reihe ausbauen und ihrer Meinung nach verbessern können, sehen wir gern entgegen. Die Lösungen werden jeweils zwei Hefte nach den Aufgaben veröffentlicht; von einer Einsendung der Lösungen an uns bitten wir abzusehen.

Aufgabe 1

Die Miniaturröhre EF 85 soll in einem Gerät mit fester Schirmgitterspannung über einen Spannungsteiler nach nebenstehendem Schaltbild betrieben werden. Bei einer Betriebsspannung $U_b = U_a = 250$ V und einer Schirmgitterspannung $U_{g2} = 90$ V ist der Schirmgitterstrom $I_{g2} = 2$ mA.

Wie groß sind die Widerstände R_1 und R_2 der Schaltung zu wählen, wenn der



durch R_1 fließende Strom I_q viermal so groß wie der Schirmgitterstrom I_{g2} sein soll, damit die Schirmgitterspannung ausreichend stabilisiert wird? Für wieviel Watt müssen R_1 und R_2 dimensioniert sein?

Farbfernsehvorführungen vor der Studiengruppe XI des CCIR

Die Studiengruppe XI (Fernsehen) des CCIR veranstaltete im März und April 1956 eine Rundreise durch die USA, Frankreich, England und Holland zum Studium des Farbfernsehens. Durch freundliches Entgegenkommen der drei europäischen Länder hatten Fernsehfachleute der Deutschen Demokratischen Republik Gelegenheit, an den Farbfernsehvorführungen vor der Studiengruppe XI in Frankreich, England und Holland teilzunehmen.

Bekanntlich gibt es in den USA bereits seit 1953 ein offiziell zugelassenes Farbfernsehverfahren und auch ein Farbfernsehprogramm. Außerhalb der USA gibt es in einigen Ländern nur Versuchssendungen. Das USA-Verfahren beruht auf dem von der RCA ausgearbeiteten Grundgedanken und wurde von dem NTSC (National Television System Committee) weiter entwickelt und schließlich der FCC (Federal Communication Commission) zur Genehmigung vorgeschlagen und von dort angenommen. Seit dieser Zeit heißt dieses Verfahren das NTSC-Verfahren. Es mußten einige vom FCC gestellte Forderungen erfüllt werden, von denen sicherlich die schwierigste die nach Kompatibilität und gleicher Kanalbreite wie beim bisherigen Schwarz-Weiß-Verfahren war. Unter Kompatibilität versteht man, daß eine Farbsendung völlig einwandfrei auch ohne Umbau von einem Schwarz-Weiß-Empfänger, natürlich nur in Schwarz-Weiß, empfangen werden kann. Diese Forderungen werden vom NTSC-Verfahren erfüllt, dessen nähere Beschreibung über den Rahmen dieses Berichtes hinausgehen würde. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß nach dem NTSC-Verfahren die Leuchtdichteinformation genau so wie beim Schwarz-Weiß-Verfahren übertragen wird und für die in bedeutend kleineren Bandbreiten notwendige Färbungsinformation ein Farbunterträger zur Verfügung steht, der mittels Frequenzschachtelung in die Lücken des Leuchtdichtespektrums gesetzt wurde. Da die Färbung und die Farbsättigung in zweidimensionaler Darstellung, wie es das CIE-Farbdreieck zeigt, angegeben werden können, genügen hierfür zwei voneinander unabhängige Signale, die man auf den Farbunterträger moduliert. Dieser Farbunterträger erhält zwei Informationen, mit denen er jeweils 90° versetzt moduliert wird, die I-Modulation und die Q-Modulation. Man hat sich aus dem Farbdreieck eine Farbachse ausgesucht, welche die geringste Bandbreite benötigt, und hat die Q-Achse gefunden, die etwa der Farbrichtung Gelbgrün-Purpur entspricht, während die I-Achse senkrecht dazu liegt und die Farbrichtung Orange-Cyan hat. Die Leuchtdichteinformation wird Y-Kanal genannt. Mit der geringen Bandbreite des Q-Kanals kann man die Q- und I-Information getrennt modulieren. Über diese Bandbreite hinaus liefert der I-Kanal nur noch eine Information längs der I-Achse, also eine „Zweifarbinformation".

Diese NTSC-Norm setzt eine sehr umfangreiche Entwicklung und eine präzise Fertigung der Empfänger voraus. Die recht komplizierte Aufgabe führt deshalb zu einem Empfänger, der in den USA zur Zeit etwa das Drei- bis Vierfache eines Schwarz-Weiß-Empfängers kostet. Nun ist aber die Forderung nach Kompatibilität vor allem in den Ländern von großer Bedeutung, wo schon außerordentlich viele Schwarz-Weiß-Empfänger benutzt werden. Es ist daher erklärlich, wenn man sich auch in Europa mit der Frage befaßt, ob Kompatibilität überhaupt gefordert werden sollte. Diese würde nämlich zu der gleichen Vielzahl von Farbfernsehnormen führen, wie das zur Zeit auf dem Schwarz-Weiß-Gebiet schon der Fall ist. Einer Anregung des Direktors des CCIR, Herrn Prof. van der Pol, folgend, befaßt man sich deshalb mit der Frage, teilweise die Kompatibilität aufzugeben und dafür eine einheitliche Farbfernsehnorm in Europa zu schaffen. Das soll in den Bändern IV und V erreicht werden, während kompatibles Farbfernsehen in den Bändern I und III der Wahl der einzelnen Länder überlassen werden soll. Man darf mit Interesse die kommenden Verhandlungen im CCIR erwarten, auf welches Verfahren man sich einigen wird. Kennt man diese Lage, so ist es nicht verwunderlich, daß die europäischen Vorführungen nicht etwa nur eine auf die 625-Zeilen-Norm abgewandelte NTSC-Norm behandelten, sondern auch völlig von der NTSC-Norm abweichende Verfahren zeigten.

So waren in Frankreich drei Verfahren zur Diskussion gestellt, von denen zwei vorgeführt wurden. Das erste Verfahren, „double message", bringt die Rot- und Grüninformation mit voller Bandbreite, was durch ein Punktschachtelungsverfahren, also ein Farbfolgeverfahren, erreicht wird, mit dessen Hilfe man die doppelte Information in der Zeiteinheit überträgt, da man die Bildwechselfrequenz auf 12,5 Hz verringern kann. Die Blauinformation wird außerhalb des Videokanals mit einem Hilfsträger von 10% des Bildträgers und geringer Bandbreite simultan übertragen. Bei diesem Verfahren entfällt die phasenstarre Synchronisierung des Farbhilfsträgers und dessen Doppelmodulation. Auch das im NTSC-Verfahren ziemlich starke Farbübersprechen wird auf sehr niedrige Werte verringert. Die Kompatibilität ist freilich eingeschränkt, vorhandene Schwarz-Weiß-Empfänger erhalten ihr Schwarz-Weiß-Signal nur aus der Grüninformation, was also nicht als panchromatisch angesehen werden kann. Neu zu bauende kompatible Schwarz-Weiß-Empfänger können ihr Leuchtdichtesignal entweder aus Rot und Grün oder aus allen Farben gemeinsam gewinnen, je nach Aufwand im Empfänger.

Das zweite Verfahren, „Henry de France", arbeitet mit einem Zeilenfolgeverfahren Rot/Grün und überträgt gleichfalls blau simultan über einen Hilfsträger. Dieses Bild ist aber nur mit der Hälfte der Zeilenzahl kompatibel, es arbeitet ohne Zeilensprung.

Das dritte Verfahren, „Valensi", wurde nur in Form einer Ausarbeitung und einer Teilvorführung vorgelegt. Es beruht auf der Tatsache, daß das Auge mit verschiedenen Färbungsquanten befriedigt wird und teilt die Fläche des Farbdreiecks in 28 Quanten auf, die mit Hilfe der Amplituden eines Farbunterträgers übermittelt werden sollen.

In England hat man sich sehr intensiv mit einer Abwandlung des NTSC-Verfahrens auf die englische 405-Zeilen-Norm beschäftigt und führt auch bereits seit dem 10. Oktober 1955 öffentliche Versuchssendungen durch, die allerdings nur reinen Testzwecken dienen und keinen Programminhalt haben. Dort wurden auch die möglichen Übertragungsfehler im NTSC-Verfahren im Forschungslaboratorium der BBC, der Postverwaltung und der Industrie sehr eingehend untersucht. Es wurden auch Farbbilder nach NTSC mit 625 Zeilen gezeigt. Umfangreiche Untersuchungen, die sich mit den notwendigen Übertragungseigenschaften des Systems befassen, wurden bereits gemacht und sind noch nicht abgeschlossen. So sind für ein zufriedenstellendes Farbbild größere Störabstände nötig als beim Schwarz-Weiß-Verfahren. Das bedeutet, daß der Versorgungsbereich des Farbfernsehens bedeutend kleiner wird. Alle vom Schwarz-Weiß-Verfahren her bekannten Übertragungsfehler, die sich als Bildfehler auswirken, zeigen beim Farbfernsehen bedeutend unangenehmere Wirkungen. So bilden zum Beispiel Konvergenzfehler, Überschwingfehler und Echos meist Farbränder, die sich viel nachteiliger auswirken als die Ränder beim Schwarz-Weiß-Verfahren. Die in England gezeigten Geräte waren teils von der Industrie, teils von den Forschungsinstituten hergestellt, wobei die speziellen Bauteile, wie etwa die Dreifarbenröhre und die Kameraröhren, Produkte der RCA (USA) waren. Ein Entschluß über die Einführung einer bestimmten Farbfernsehnorm in England liegt noch nicht vor.

In Holland wurden von Philips drei Verfahren zur Diskussion gestellt, die sich aber nur auf die hochfrequente Übertragungsnorm allein bezogen. Einmal ein Verfahren, wo an Stelle des doppelt modulierten Farbunterträgers zwei Unterträger verwendet werden, einer für Rot, einer für Blau. Das hat den Vorteil, daß die phasenstarre Synchronisierung der Farbunterträger entfällt und den Empfänger vereinfacht. Ein zweites Verfahren nach NTSC benutzt ebenfalls den doppelt modulierten Unterträger, moduliert diesen aber nicht mit I und Q, sondern mit R—Y und B—Y (beide Signale mit gleicher Bandbreite). Hieraus ergeben sich einige Vorteile im Empfängerbau, weil Bandbreitenfilter und Laufzeitausgleich für beide Farbkanäle gleich werden. Das dritte Verfahren entsprach dem NTSC-System, wo der Farbunterträger mit I und Q doppelt moduliert wird. Wesentliche Unterschiede in der Übertragungsqualität waren nicht zu bemerken. Eine sehr gute Farbgroßprojektion auf eine Wand von 2,25 × 3 m, eine Vorführung von Dreifarbversuchsröhren, einer Vidikon-Farbkamera und eine Hochfrequenzübertragung eines kleinen Life-Programms vervollständigten die Vorführungen.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß das Farbfernsehen auch bei qualitativ einwandfrei gelöstem Schwarz-Weiß-Verfahren, wie etwa in England, eine Fülle neuer Probleme ergibt, die eingehende Untersuchungen verlangen. Alle Geräte müssen bedeutend stabilere und bessere Eigenschaften haben. Ein Beispiel dafür ist die Farbkamera. Als Kameraröhren kann man nur solche gebrauchen, die keinerlei Störsignale aufweisen, damit die Farbmischung an jeder Stelle des Bildes einwandfrei bleibt. Ist die Empfindlichkeit der Kameraröhre nicht über das ganze Bild konstant, so ergeben sich durch die Mischung der Signale aus der Grün-, Rot- und Blauröhre örtliche Farbstiche, die sehr unangenehme Wirkungen auslösen. Einstweilen hilft man sich so, daß die RCA für die Farbkamera Image-Orthikons in Sätzen aussucht. Außer dem Image-Orthikon scheint sich nur das Vidikon für Farbkameras zu eignen. Das britische CPS-Emitron wäre auch geeignet, ist aber in ausgesuchten Sätzen nicht lieferbar.

Trotz der Verwendung von Imageorthikons beträgt der Lichtbedarf im Farbstudio etwa 5000 Lux. Das kompatible Schwarz-Weiß-Bild weist in den Flächen großer Farbsättigung ein störendes Punktmuster auf, das theoretisch durch die Wahl einer Farbunterträgerfrequenz gleich dem ungeraden Vielfachen der halben Zeilenfrequenz nicht sichtbar sein sollte. Durch die Kennlinienkrümmung der Bildröhre wird aber das Farbunterträgersignal nur etwas vermindert, jedoch nicht gelöscht. Schließlich tritt eine Verminderung der Auflösung auf, die allerdings einstweilen hauptsächlich durch die begrenzte Auflösung der amerikanischen Maskenröhre der RCA bestimmt wird. Bei Dreiröhrenbildschreibern liegt es an der mangelhaften Deckung der drei Raster. Auf diesem Gebiet sind eine Reihe von Neuentwicklungen im Gange, von denen man eine Verbesserung der Auflösung, geringere Herstellungskosten und eine Vergrößerung des Wirkungsgrades erwartet. Die RCA-Röhre muß mit einer Anodenspannung von 27 kV betrieben werden, da ein Teil des Strahlstromes auf der Maske verbleibt, also nicht in Licht umgesetzt wird.

Die Vorführungen zeigten, daß Forschung und Entwicklung für das Farbfernsehen in vielen europäischen Ländern intensiv betrieben werden, und die Teilnahme von über 100 hervorragenden Fachleuten bewies das lebhafte Interesse, das dieser Entwicklung entgegengebracht wird. Das CCIR hofft, durch rechtzeitige Beschäftigung mit dem Farbfernsehen dieses Mal vor der Einführung eines Farbfernsehdienstes eine Norm empfehlen zu können.

Mancher wird sich fragen, ob die Farbfernsehdarbietungen allen Zuschauern gefallen haben. Dies ist eine Frage, die stark vom Geschmack abhängt.

Zweifellos ist das Fernsehen in Farben ein technischer Fortschritt, der in vielen Fällen von großer Bedeutung ist, so zum Beispiel in den USA für das dortige Reklameprogramm. Hinsichtlich der künstlerischen Wirkung ist ein Vergleich mit dem Farbfilm zweckmäßig. Obwohl der Farbfilm 20 Jahre alt ist, werden heute noch zahlreiche Schwarz-Weiß-Filme mit entsprechendem Publikumserfolg produziert, und bei vielen Farbfilmen stößt man auf große Verschiedenheit in der Beurteilung der Qualität. Abgesehen davon, daß das Hinzusetzen von Farben neue technische Schwierigkeiten verursacht, die auch entsprechende Fehler zur Folge haben, ist auch die Farbenwahl bei der Darbietung den verschiedensten Geschmacksrichtungen ausgesetzt. Man geht also sicher nicht fehl, wenn man annimmt, daß das Schwarz-Weiß-Verfahren noch lange neben einem Farbfernsehen bestehen wird und das letztere erst dann ein bemerkenswertes Echo und damit einen umfassenden Kauf von Farbempfängern auslösen wird, wenn die technische Qualität einen hohen Stand erreicht hat. Interessant ist, daß in den USA im Jahre 1955 (zwei Jahre nach Einführung des Farbfernsehens) auf einen produzierten Farbempfänger 150 Schwarz-Weiß-Empfänger kommen.

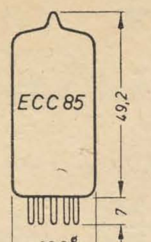
Es ist zu erwarten, daß die technische Entwicklung noch gute Auswege aus den verschiedenen jetzt noch sichtbaren Schwierigkeiten zeigt, damit auch das Fernsehen in Farben ein Genuß werden kann.

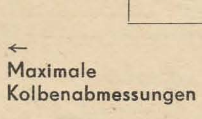
Dipl.-Ing. Stier

RÖHRENINFORMATION ECC 85

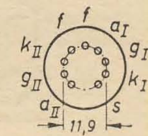
Teil 1

bearbeitet von Ing. Fritz Kunze





Anschluß der Sockelstifte, von unten gegen die Stifte gesehen →



Aufbau

Miniaturröhre mit neun Stiften (Novalröhre), enthält zwei parallel senkrecht nebeneinanderstehende steile Triodensysteme mit getrennten Katoden. Die zwischen beiden Systemen vorhandene Abschirmung ist an einen besonderen Sockelstift geführt.

Verwendung

Die ECC 85 ist die gegenwärtig am häufigsten verwendete Eingangsröhre für den UKW-Teil der modernen Rundfunkempfänger. Ein System verwendet man als UHF-Vorstufe in Gitterbasis-, Katodenbasis- oder Zwischenbasisschaltung, das zweite System als additive selbstschwingende Mischröhre mit symmetrischem Brükkeneingang. Da beide Systeme gleich sind, können sie für die einzelnen Funktionen beliebig eingesetzt werden.

Man kann die ECC 85 auch als Kaskodestufe schalten und für die Mischung eine weitere EC 92 einsetzen. In diesem Falle werden aber die beiden Systeme der ECC 85 gleichspannungsmäßig nicht hintereinander wie bei der ECC 84 und PCC 84[1]), sondern parallel geschaltet.

Die Wahl der günstigsten Schaltung hängt von den gestellten Forderungen ab. Eine Übersicht der Verhältnisse bei den einzelnen Schaltungsarten vermittelt die nebenstehende Tabelle (nach Unterlagen von Valvo).

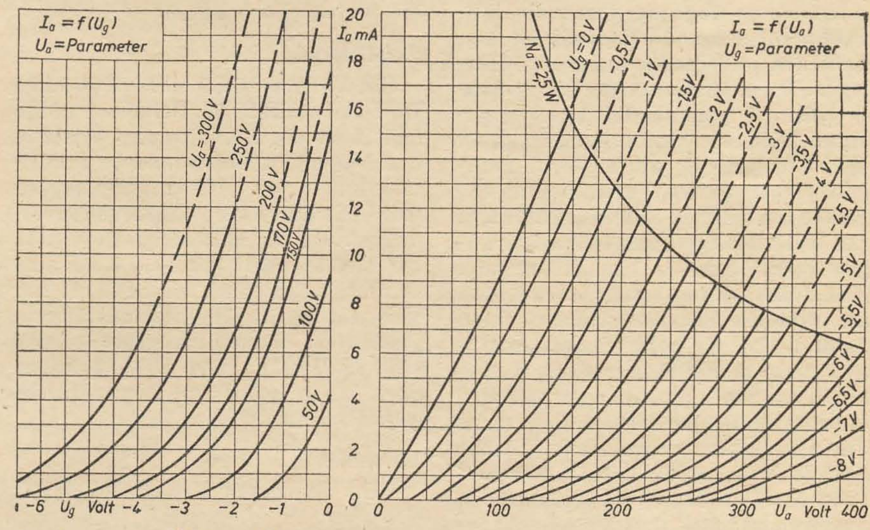
Alle Schaltungen sind neutralisiert, wobei die Neutralisation der Gitterbasisstufe am unkritischsten ist. Die Neutralisation gilt für das ganze Band II. Bei der Zwischenbasisschaltung wird die Anzapfung bei ungefähr $^1/_5$ der Spule vorgenommen. Die Verstärkung vom Gitter der Hochfrequenzröhre (g_{HF}) bis zum Gitter der Mischröhre (g_M) hängt von der Schaltung ab, sie ist kleiner als die wirkliche Röhrenverstärkung, da von a_{HF} zu g_M eine mehr oder minder große Spannungsteilung stattfindet.

Die Rauschzahl F beträgt bei der ECC 85 2,6 bis 4, wobei der niedrigere Wert bei Rauschanpassung, der höhere Wert bei Leistungsanpassung gilt.

Bei der Katodenbasisschaltung beträgt der Eingangswiderstand r_e der Röhre bei f = 100 MHz etwa 6 kΩ. Dieser Wert gilt auch für die Kaskodeschaltung, da ja hier das erste System in Katodenbasisschaltung arbeitet. Bei der Gitterbasisschaltung dagegen ist $r_e \approx \frac{1}{S} \approx 160\,\Omega$. Der Gitterkreis wird durch die Röhre also stark

Schaltungsart	Antennen-aufschaukelung	Verstärkung von g_{HF} bis g_M	Verstärkung zusammen (von Antenne bis g_M)	Verstärkung bis a_M	Störspannung an Antenne ca. mV
Katodenbasisschaltung	2,4	2,5 bis 3	6 bis 7	275	
Gitterbasisschaltung	0,9	12,6	10 bis 11	410	6
Zwischenbasisschaltung	1,45	4,9	7	306	2,9
Kaskodeschaltung	2,4	21	50	1350	2,34

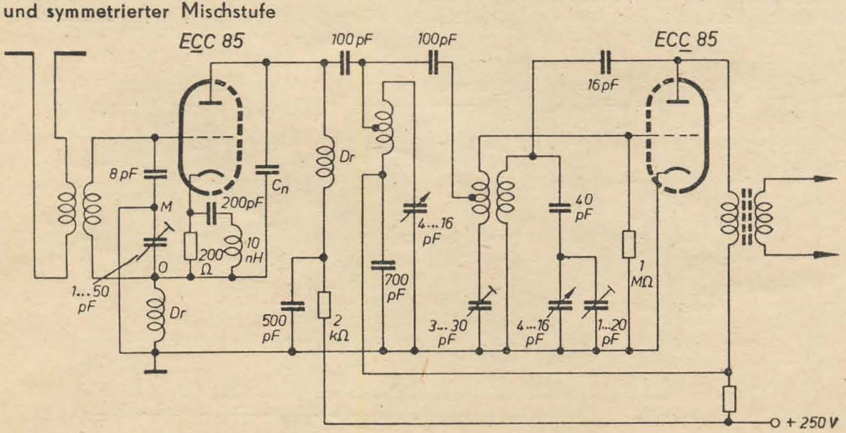
Statische Kennlinien



Anodenstrom in Abhängigkeit von der Gittervorspannung

Anodenstrom in Abhängigkeit von der Anodenspannung

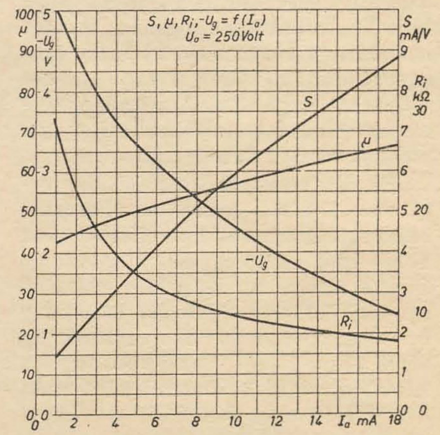
Eingangsschaltung mit Zwischenbasisvorstufe (kapazitive Anzapfung des Eingangskreises) und symmetrierter Mischstufe



HF-Teil:

Anzapfungsverhältnis $x = \frac{C_{g/M}}{C_{g/M} + C_{M/O}}$; $C_{M/O} = \frac{C_n \cdot C_{g/M}}{c_{g/a}}$; $C_n = c_{g/a} \cdot \frac{C_{M/O}}{C_{g/M}}$

Die ECC 85 als HF-Verstärker



Steilheit, Verstärkungsfaktor, Innenwiderstand und Gittervorspannung in Abhängigkeit vom Anodenstrom

[1]) Siehe Röhreninformation PCC 84, RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955), Schaltungen auf Seite 216.

gedämpft und die Bandbreite des Kreises hierdurch so groß, daß man für den Bereich von 88 bis 100 MHz mit einer festen Abstimmung (auf Bandmitte) auskommt. Allerdings ist bei dieser Schaltung kaum mit einem Antennengewinn zu rechnen. Bei der Katodenbasisschaltung dagegen kann man den Gitterkreis auf den jeweiligen Sender abstimmen, und es kann eine etwa 2 bis 3fache Antennenaufschaukelung angenommen werden. Ist ein unabgestimmter Gitterkreis gewünscht, so muß man ihn mit einem parallel geschalteten Widerstand von etwa 3 kΩ dämpfen. Bei KB-Schaltung ist eine einwandfreie Neutralisierung über den ganzen Bereich schwierig.

Die reine Spannungsverstärkung der Röhre ist bei KB- und GB-Schaltung ungefähr gleich. Wenn trotzdem in der Tabelle die Verstärkung der GB-Stufe viermal so hoch angegeben ist wie die der KB-Stufe, so hängt das von dem unterschiedlichen Anzapfungsverhältnis der Anodenspule ab. Bei der Kaskodeschaltung ist der niedrige Eingangswiderstand der GB-Stufe zugleich der Ausgangswiderstand der KB-Stufe. Die Verstärkung wird infolgedessen allein durch die GB-Stufe bestimmt, der Eingangswiderstand und die Antennenaufschaukelung dagegen durch die KB-Stufe. Die Kaskodeschaltung ist deshalb den anderen Schaltungen überlegen. Da es sich um eine Triode handelt, ist der äquivalente Rauschwiderstand klein, die Verstärkung ist groß. Es ist $V \approx S \cdot R_a$ wie bei einer Pentode. Trotz dieser Vorteile wird die Kaskodeschaltung mit der ECC 85 in UKW-Empfängern nur sehr selten angewendet. Denn da eine Röhre oder ein Röhrensystem mehr erforderlich ist, wird die Schaltung teurer. Dazu kommt, daß die hohe Verstärkung in den meisten Fällen gar nicht ausgenutzt werden kann, da man mit den anderen Methoden bereits die Grenze der Verstärkungsmöglichkeit erreicht hat. Meist wird die Gitterbasisschaltung oder die Zwischenbasisschaltung angewendet. Bei der Zwischenbasisschaltung liegt der Basispunkt an einer (induktiven oder kapazitiven) Anzapfung des Gitterkreises. Bei einer Anzapfung von 0,2 ist noch eine einwandfreie Neutralisation des ganzen Bandes möglich. Andererseits ist der Eingangswiderstand höher als bei der GB-Schaltung, so daß mit einer gewissen Antennenaufschaukelung gerechnet werden kann.

Die Kaskodeschaltung ist die gegebene Schaltung für das Fernsehband III. Erstens ist hier die Frequenz höher und zweitens die erforderliche Bandbreite bedeutend größer, was eine wesentlich kleinere Stufenverstärkung bedeutet, so daß die hohe Verstärkung der Kaskodeschaltung sehr günstig ist. Allerdings wird in diesen Fällen statt der ECC 85 oder PCC 85 in der Regel die ECC 84/PCC 84 eingesetzt.

Das zweite System der ECC 85 ist für additive, selbsterregte Mischung geeignet, wobei sich eine symmetrierte Brückenschaltung mit ZF-Entdämpfung weitgehend durchgesetzt hat. Durch die Entdämpfung ergibt sich ein höherer wirksamer Innenwiderstand und damit eine höhere Mischverstärkung. Der Eingangswiderstand der Mischschaltung liegt bei etwa 15 kΩ. Durch die eingebaute Abschirmung wird die Oszillatorabstrahlung über die Antenne außerordentlich klein gehalten. Während bei der ECC 81 die Kapazität zwischen den Anoden der beiden Systeme noch max. 0,4 pF betrug, ist sie bei der ECC 85 mit max. 0,04 pF um eine Größenordnung kleiner. Durch eine äußere Abschirmung zwischen den Anodenleitungen und Anodenstiften verringert sich die Kapazität weiter auf max. 0,008 pF.

Von Oszillatorschaltungen mit hochliegender Katode ist dringend abzuraten, da durch die Heizfäden und Heizfadenzuführungen HF-Verkopplungen beider Systeme entstehen, die eine vergrößerte Oszillatorabstrahlung verursachen. Infolge der hohen Anodenwechselspannungen sind dabei auch Verkopplungen außerhalb der Röhrensysteme gefährlicher. Deshalb soll man bei der ECC 85 nur Mischschaltungen mit geerdeter Katode verwenden. In der Vorstufe dagegen kann die Katode hoch liegen.

Paralleltypen

Ein Vorgänger mit nahezu gleichen Daten ist die ECC 81. Bei dieser Röhre fehlt aber die Abschirmung zwischen den beiden Systemen (andere Sockelschaltung); in UKW-Empfängern wurde sie durch die ECC 85 völlig verdrängt. Da die ECC 85 im Gegensatz zur ECC 81 nicht mit $I_f = 0{,}3$ A auskommt, wurde auch eine PCC 85 zur Verwendung in Fernsehempfängern geschaffen. Außerdem gibt es eine UCC 85. PCC 85 und UCC 85 haben aber einen etwas größeren Durchgriff als die ECC 85.

Hersteller

VEB Funkwerk Erfurt, HV RFT.

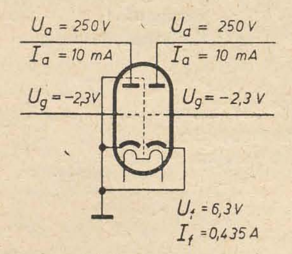
Heizung

Indirekt geheizte Oxydkatode für Wechselstrombetrieb, Parallelheizung.

Heizspannung	U_f	6,3	V
Heizstrom	I_f	0,38	A

Meßwerte, Werte je System

Anodenspannung	U_a	250	V
Gittervorspannung	U_g	−2,3	V
Anodenstrom	I_a	10	mA
Steilheit	S	6	mA/V
Verstärkungsfaktor	μ	58	
Durchgriff	D	1,7	%
Innenwiderstand	R_i	9,7	kΩ



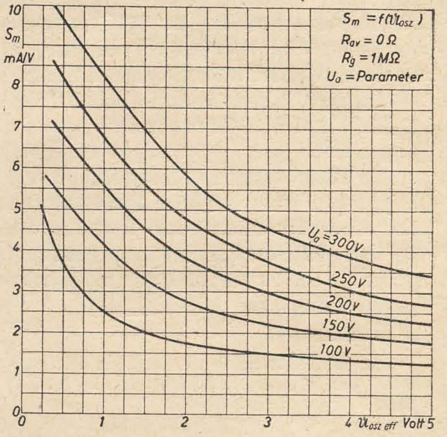
Meßschaltung

Betriebswerte als HF-Verstärker in AM/FM-Empfängern, Werte für ein System

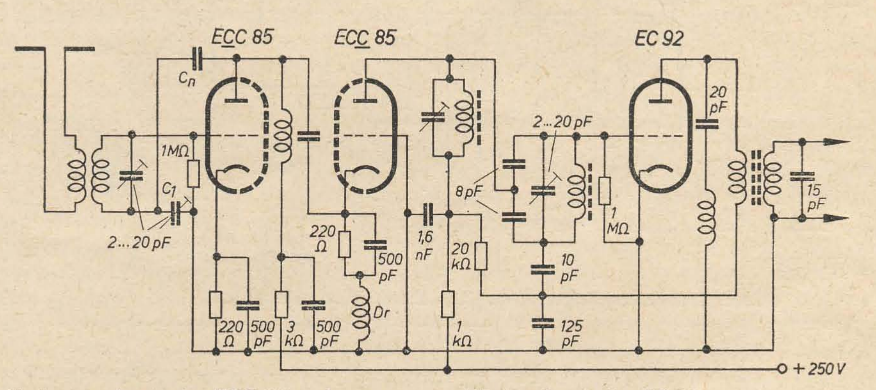
Betriebsspannung	U_b	250	V
Anodenvorwiderstand[1]	R_{av}	2	kΩ
Anodenspannung	U_a	230	V
Katodenwiderstand	R_k	200	Ω
Gittervorspannung hierbei	U_g	−2	V
Anodenstrom	I_a	10	mA
Steilheit	S	6	mA/V
Innenwiderstand	R_i	9,7	kΩ
Eingangswiderstand bei f = 100 MHz	r_e	ca. 6	kΩ
äquivalenter Rauschwiderstand	$r_ä$	ca. 500	Ω

[1]) Der Anodenvorwiderstand muß hochfrequenzmäßig durch einen Kondensator überbrückt werden.

Die ECC 85 als selbsterregte additive Mischstufe



Mittlere ZF-Steilheit (Signal = 100 mV) in Abhängigkeit von der Oszillatorspannung



Kaskodestufe mit der ECC 85 und symmetrierte Mischstufe mit der EC 92

HF-Teil: Anzapfungsverhältnis $x = \frac{C_1}{C_1 + c_{g/k}}$; $C_1 = \frac{C_n \cdot c_{g/k}}{c_{g/a}}$



45. Fortsetzung

Von Dipl.-Ing. A. RASCHKOWITSCH

C_7 wirkt mit L_4, die ein Abfließen der HF vom Gitter nach Masse verhindert, als HF-Siebglied und soll vermeiden, daß sich der Gittervorspannung der Röhren $Rö_3$ bis $Rö_5$ eine HF-Spannung überlagert.

Die durch das Mikrofon erzeugten niederfrequenten Spannungen werden über einen Spannungsteiler, der zur Modulationsgradeinstellung dient, dem Modulationsübertrager Tr_1 und dann dem Gitter der NF-Verstärkerröhre ($Rö_3$) zugeführt. Hier werden die Sprachfrequenzen von rund 300 bis 3000 Hz verzerrungsfrei verstärkt. Der Mikrofonverstärker ist über das RC-Glied R_5, C_8 von der Anodenstromquelle entkoppelt. Der Widerstand R_5 dient gleichzeitig zum Einstellen der Betriebsspannung für die NF-Röhre ($Rö_3$). Die Gittervorspannung (A-Betrieb) wird am Teilwiderstand R_3 abgegriffen. Der Gitterkreis wird niederfrequenzmäßig über den Katodenkondensator C_9, Masse (Erde) und Mittelanzapfung der Heizwicklung geschlossen.

Die verstärkte NF-Spannung wird über den Treiberübertrager (Leistungsübertrager) Tr_2 dem Gegentakt-B-Modulator ($Rö_4$ und $Rö_5$) zugeleitet. Die hohe Gittervorspannung für die Modulatorröhren wird an den Teilwiderständen R_2 und R_3 abgegriffen. Als Katodenblock wirkt die Kapazität C_{10}. Die Widerstände R_6 und R_7 liefern für den Treiberübertrager eine genügend große Vorbelastung, so daß Belastungsschwankungen durch das Auftreten von Gitterstrom bei Vollaussteuerung des Modulators vernachlässigbar klein bleiben. Man erzielt hierdurch ein gleichmäßiges und verzerrungsfreies Arbeiten.

Die verstärkte NF-Spannung wird über den Modulationsübertrager Tr_3 der Anodengleichspannung des Senderverstärkers überlagert (Anodenmodulation). Die NF-Spannung vergrößert und schwächt abwechselnd die Anodengleichspannung der Senderöhre ($Rö_2$), so daß die von ihr abgegebene HF-Leistung im Takte der modulierenden Niederfrequenz schwankt. Die HF-Drossel L_5 verhindert das Fließen der HF-Energie in den Modulator, und C_{11} leitet die Hochfrequenz direkt an Masse (Erde). Das modulierte HF-Signal wird über eine veränderliche induktive Kopplung der Antenne zugeleitet, die es gestattet, den Senderverstärker der Antennenanlage anzupassen.

Die Sendereinstellung (Abstimmung) muß mit Rücksicht auf Wirkungsgrad und Verzerrungsfreiheit sorgfältig vorgenommen werden. In der Regel ist ein möglichst großer Modulationsgrad anzustreben, wobei Übermodulation jedoch zu vermeiden ist. Am zweckmäßigsten wird die richtige Einstellung des Modulationsgrades durch Beobachten des Anodenruhestromes der modulierten Stufe (Senderverstärker) vorgenommen. Ist die Stufe richtig neutralisiert und auf minimalen Anodenruhestrom abgestimmt, so kann die Modulationsleistung ohne die Gefahr einer Übermodulation bis zu einer Anodenruhestromschwankung von etwa $\pm 5\%$ des Ruhewertes gesteigert werden.

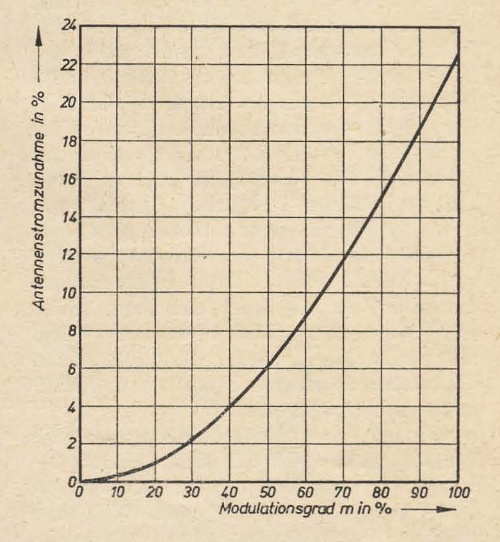


Bild 515: Zunahme des Antennenstromes mit dem Modulationsgrad bei Amplitudenmodulation

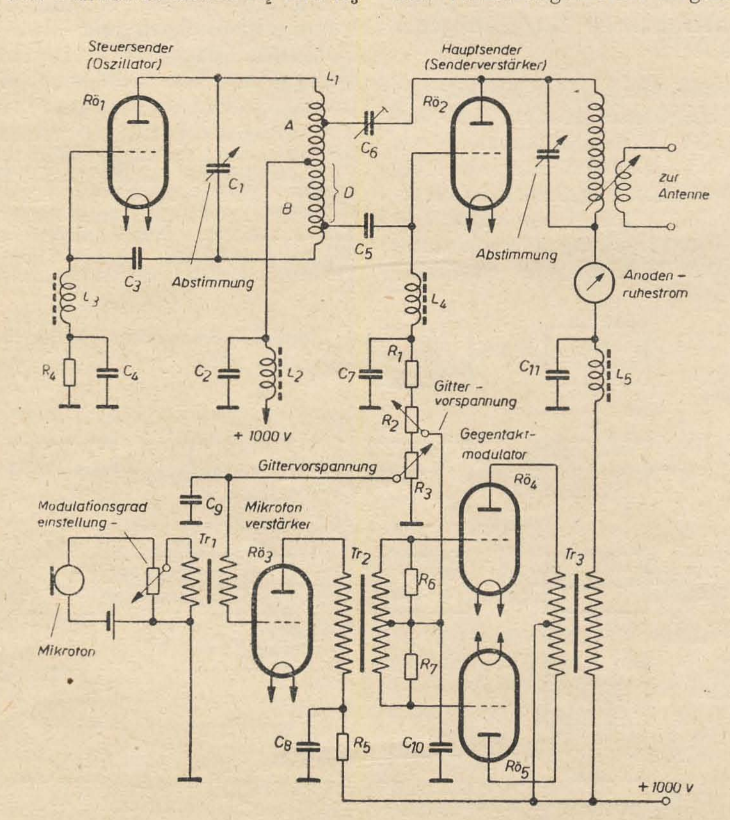


Bild 514: Prinzipschaltung eines zweistufigen amplitudenmodulierten Telefoniesenders

Eine andere Möglichkeit, die richtige Sendermodulation zu überprüfen, besteht darin, den HF-Antennenstrom zu messen. Bei 100%iger Modulation steigt der Trägerstrom-Effektivwert entsprechend Gleichung (179) [RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955) S. 219] um rund 20%. Hierzu schreiben wir, da die Leistungen dem Quadrat der Ströme proportional sind:

$$\frac{\mathfrak{N}_{trm}}{\mathfrak{N}_{tr}} = \frac{I^2_{trm}}{I^2_{tr}} = 1 + \frac{m^2}{2}. \quad (260)$$

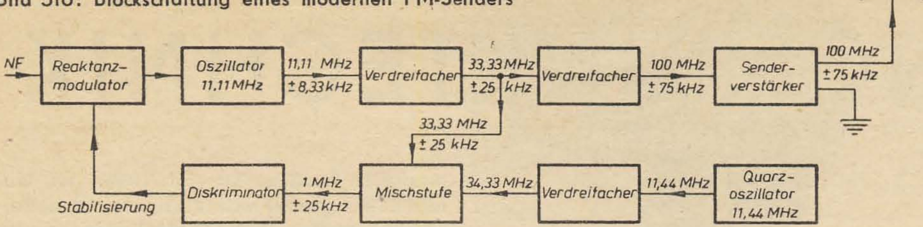
Damit gilt für m = 1 (100%ige Modulation):

$$\frac{I_{trm}}{I_{tr}} = \sqrt{1 + \frac{1}{2}} = \sqrt{1{,}5} \approx 1{,}225 \quad (260\,a)$$

oder $I_{trm} = 1{,}225 \cdot I_{tr}$. Werten wir Gleichung (260) für verschiedene Modulationsgrade aus, so erhalten wir die im Bild 515 dargestellte Kurve.

Telefoniesender werden normalerweise auch für den tonlosen und tönenden Telegrafiebetrieb eingerichtet. Hierzu wird zum Beispiel der Mikrofonverstärker umgeschaltet und zur Erzeugung eines Tones von etwa 400 Hz verwendet (Tonoszillator) und der Senderverstärker in der Gitterleitung getastet.

Bild 516: Blockschaltung eines modernen FM-Senders



Frequenz- und phasenmodulierte Sender

Wie wir bereits gesehen haben, erfolgt die Frequenz- bzw. Phasenmodulation im Gegensatz zur Amplitudenmodulation nicht im Senderverstärker, sondern unmittelbar am Oszillator [RADIO UND FERNSEHEN Nr. 11 (1955) S. 350 und Nr. 13 (1955) S. 409]. Die Phasenmodulation hat den großen Vorteil, daß der Oszillator quarzgesteuert werden kann und die Frequenzstabilisierung dadurch hier sehr einfach ist. Allerdings ist der lineare Phasenhub und damit auch der äquivalente Frequenzhub aller heute bekannten Phasenmodulatoren viel kleiner (20 bis 200 Hz) als der erzielbare Frequenzhub der direkten Frequenzmodulatoren (5 bis 10 kHz), so daß er durch eine erhebliche Frequenzvervielfachung auf den für eine gute Übertragung erforderlichen Wert vervielfacht werden muß. Dieser Nachteil der Phasenmodulation hat dazu geführt, daß heute meist die Frequenzmodulation bevorzugt wird. Es sei an Hand zweier Beispiele dieser Unterschied zwischen Frequenz- und Phasenmodulation gezeigt.

Wir legen der Blockschaltung des FM-Senders nach Bild 516 eine Betriebsfrequenz von 100 MHz und einen Ausgangshub von ± 75 kHz zugrunde. Will man mit zwei Verdreifacherstufen auskommen, das heißt mit einer neunfachen Frequenzvervielfachung arbeiten, so schwingt der Oszillator mit einer Frequenz von $100 \text{ MHz}/9 = 11{,}11$ MHz. Die Reaktanzröhre muß somit einen Anfangshub von $\pm 75/9 \text{ kHz} = \pm 8{,}33$ kHz liefern, was ohne weiteres auch zu erreichen ist [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 13 (1955) S. 409].

Bild 517 stellt einen entsprechenden PM-Sender dar, der auf der gleichen Betriebsfrequenz arbeitet und ebenfalls einen Ausgangshub von ± 75 kHz besitzt. Der Aufwand an Frequenzvervielfachern ist jedoch bedeutend größer. Der Phasenmodulator [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 13 (1955) S. 409] liefert einen äquivalenten Frequenzhub von etwa 20 Hz. Die Hubvervielfachung auf den erforderlichen Ausgangshub von ± 75kHz beträgt also $75 \text{ kHz}/20 \text{ Hz} = 3750$. Bei einer Quarzfrequenz von 190 kHz würde mit einer 3750fachen Frequenzvervielfachung die Betriebsfrequenz bedeutend höher als 100 MHz werden. Für die Oszillatorfrequenz benötigt man lediglich eine Vervielfachung von $100 \text{ MHz}/190 \text{kHz} = 530$. Die verschiedenen Vervielfachungen für Hub und Frequenz werden durch geeignete Frequenzumsetzung (Mischung) erreicht, was jedoch einen höheren Aufwand bedeutet.

Die Oszillatorfrequenz von 190 kHz mit dem Frequenzhub $\pm 19{,}25$ Hz wird vier Verdreifacherstufen zugeführt und somit auf das 3^4fache $= 81$fache erhöht. Der Frequenzhub beträgt jetzt $\pm 1{,}56$ kHz und die Trägerfrequenz 15,39 MHz. Nun wird die Trägerfrequenz durch Mischung herabgesetzt, während der Frequenzhub in seiner Größe erhalten bleibt, da bei Mischung die absolute Bandbreite in die entstehenden Schwingungen der Kombinationsfrequenzen unverändert übertragen wird. Die Schwingung des 1-MHz-Quarzoszillators wird in der Mischstufe I mit der Trägerfrequenz von 15,39 MHz überlagert und die Differenzfrequenz von 14,39 MHz einer weiteren Mischstufe II zugeführt, wo eine nochmalige Mischung mit der Trägerfrequenz von 15,39 MHz stattfindet. Die Differenzfrequenz beträgt nun 1 MHz. Nach der Verstärkung wird die Trägerfrequenz von 1 MHz der Mischstufe III zugeleitet, um sie auf einen Wert zu bringen, welcher nach der in bezug auf den Frequenzhub noch vorzunehmenden Vervielfachung von $3750/81 \approx 48$ ausreicht, eine Betriebsfrequenz von 100 MHz zu erzielen. Die Mischung der Trägerfrequenz von 1 MHz mit einer Oszillatorfrequenz von 3,08 MHz ergibt den benötigten Wert von 100/48 MHz $= 2{,}08$ MHz. Somit beträgt jetzt die Trägerfrequenz 2,08 MHz und der Frequenzhub $\pm 1{,}56$ kHz. Eine weitere Vervielfachung auf den $3 \cdot 2^4$fachen $= 48$-fachen Wert ergibt einen Ausgangshub von ± 75 kHz und eine Betriebsfrequenz von ≈ 100 MHz.

Die Dimensionierung der FM-Verstärker[1]) ist, im Gegensatz zum AM-Verstärker, nicht durch die Zunahme des Klirrfaktors bei Übersteuerung der Röhren bestimmt. Das Vorhandensein nichtlinearer Elemente bringt hier sogar Vorteile, wie Unterdrückung unerwünschter Amplitudenmodulation und Stabilisierung der Ausgangsleistung. Das frequenzmodulierte Signal ist vielmehr in bezug auf lineare Verzerrungen, wie Verstärkungsschwankungen und Kreisverstimmungen durch das Fließen des Gitterstromes, recht empfindlich. Die Kreisgüte darf mit Rücksicht auf den niederfrequenten Klirrfaktor einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Hohe Kreisgüte bedeutet kleine Bandbreite. Nun hat das Frequenzspektrum des FM-Signals eine Vielzahl von Seitenschwingungen, die im Interesse einer verzerrungsfreien Wiedergabe möglichst erhalten bleiben müssen [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 11 (1955) S. 349]. Berücksichtigt man weiter, daß bei Sendern je nach Leistung mit mehreren über Röhren gekoppeltenEinzelkreisen gearbeitet wird, so muß deren Kreisgüte noch wesentlich geringer sein, damit die „Kreisgüte über alles" nicht die höchstzulässige Kreisgüte überschreitet [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 6 (1953), S. 180, und RADIO UND FERNSEHEN Nr. 17 (1955) S. 539/540]. Man wählt mit Rücksicht darauf Kreisgüten von etwa 80 bis 100 und hält dadurch den Klirrfaktor unter 0,5%.

Im UKW-Gebiet können bei großen Leistungen Trioden in den üblichen Verstärkerschaltungen nicht mehr benutzt werden, weil die Neutralisation der Gitter-Anodenkapazität zu erheblichen Schwierigkeiten führt. Man verwendet hier zweckmäßiger Trioden in Gitterbasis- oder Anodenbasisschaltung [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 8 (1954) S. 250].

Senderüberwachung

Für die Überwachung des richtigen Betriebszustandes eines Senders ist meist eine Vielzahl von Hilfseinrichtungen vorgesehen. So muß man zum Beispiel die Einhaltung der vorgeschriebenen Versorgungsspannungen und -ströme durch Meßgeräte dauernd überwachen. Die Überprüfung der Antennenleistung er-

---

[1]) Vgl. auch K. Oertel, Die Berechnung einer frequenzmodulierten 250-W-Senderstufe für das UKW-Band von 88 bis 100 MHz, DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 1 (1953) S. 10 bis 12.
K. Oertel und A. Bausemer, Berechnung und Konstruktion von Schwingungskreisen in der UKW-Sendetechnik, DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 12 (1953) S. 360 bis 362.

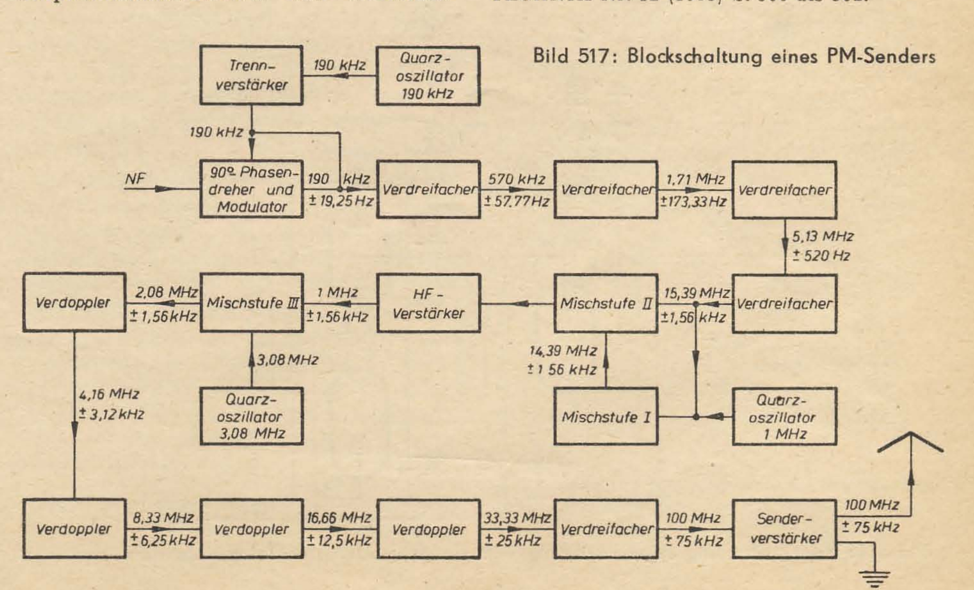


Bild 517: Blockschaltung eines PM-Senders

folgt mit einem Antennenstrommesser. Zur Überwachung der Modulation dienen Aussteuerungsmesser, Abhörlautsprecher und Kontrollempfänger. Die Messung des Modulationsgrades erfolgt mit Hilfe eines Oszillografen, mit dem auch der Frequenzgang der NF-Verstärker überwacht werden kann. Der Modulator wird über einen Amplitudenbegrenzer gesteuert, der durch automatische Beschneidung der hohen NF-Spitzen als sogenannter „Dynamikpresser“ oder „Amplitudensieb“ arbeitet und dafür sorgt, daß eine Übermodulation vermieden wird [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 4 (1954) S. 123]. Die nichtlinearen Verzerrungen werden mit einer Klirrfaktormeßbrücke gemessen.

Besondere Bedeutung kommt der Überwachung und Messung der Betriebsfrequenz zu, die mit umfangreichen Frequenzmeßanlagen bis auf Bruchteile eines Hertz genau durchgeführt wird. Diese Prüf- und Meßeinrichtungen sind unter Umständen so umfangreich, daß zu ihrer Unterbringung getrennte Prüf- und Meßgestelle erforderlich sind.

Modulations- und Übertragungsprobleme[1])

Senderzahl

Durch die Bandbreite und Stärke der Sender ist für einen bestimmten Wellenbereich die Zahl der Sender gegeben, die ohne gegenseitige Störungen betrieben werden können [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 4 (1953) S. 123]. So kann man zum Beispiel im MW-Bereich (560 bis 187 m bzw. 535 bis 1605 kHz) bei einem Senderabstand von 9 kHz

$$\frac{1060 \text{ kHz}}{9 \text{ kHz/Sender}} = 118 \text{ Sender}$$

unterbringen. Dies ist eine verhältnismäßig sehr geringe Anzahl. Durch die stürmische Entwicklung des drahtlosen Nachrichtenverkehrs herrschen auch auf den übrigen Wellenbereichen ähnliche Verhältnisse, das heißt, die zur Verfügung stehenden Kanäle reichen bei weitem nicht aus. Man ist daher gezwungen, Lösungen zu suchen, die diesen Mangel umgehen.

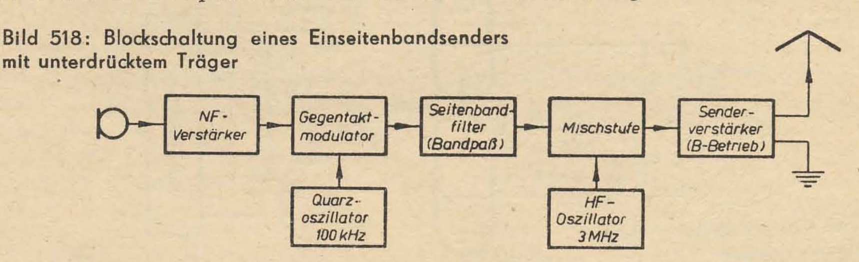
Die Beschneidung der zu übertragenden Frequenzen ist aus Gründen der Verständlichkeit und Wiedergabequalität nicht tragbar und würde auch nicht den erwünschten Effekt bringen [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 4 (1955) S. 122]. Man erzielt, wie Verständlichkeitsmessungen zeigen, bei Telefonieübertragung folgende Güten in Abhängigkeit vom übertragenem Frequenzband:

Frequenzband	Übertragungsgüte
500 bis 1000 Hz	schlecht
500 bis 1500 Hz	mäßig
400 bis 2000 Hz	ausreichend
300 bis 2500 Hz	gut
200 bis 3500 Hz	sehr gut

Für eine sehr gute Übertragung der menschlichen Sprache ist ein Frequenzband von 200 bis 3500 Hz ausreichend, da für die Verständlichkeit die Natürlichkeit (Klangfarbe) der Sprache nur von untergeordneter Bedeutung ist. Um eine genügende Verständlichkeit mit Rücksicht auf den unvermeidlichen Störpegel sicherzustellen, muß das Verhältnis von Nutz- zu Störleistung, das heißt der Störabstand, 40 db betragen, bzw. das Spannungsverhältnis darf den durch das CCIR international festgelegten Wert von 40 db = 4,6 N ≙ 100 : 1 nicht unterschreiten.

Die Musik wird bei der obigen Frequenzbegrenzung unnatürlich und schlecht übertragen. Für sehr gute Musikwiedergabe muß ein Frequenzband von etwa 30 bis 15000 Hz übertragen werden [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 4 (1954) S. 122]. Aus wellenwirtschaftlichen Gründen wird jedoch bei Amplitudenmodulation nur ein Frequenzband von 30 bis 4500 Hz übertragen, was den oben zugrunde gelegten Senderabstand von 9 kHz ergibt [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 4 (1953) S. 123]. Die Frequenz- und Phasenmodulation ist diesbezüglich noch ungünstiger, da sie ein erheblich breiteres Frequenzband als die Amplitudenmodulation für die Übertragung erfordert [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 11 (1955) S. 349/350].

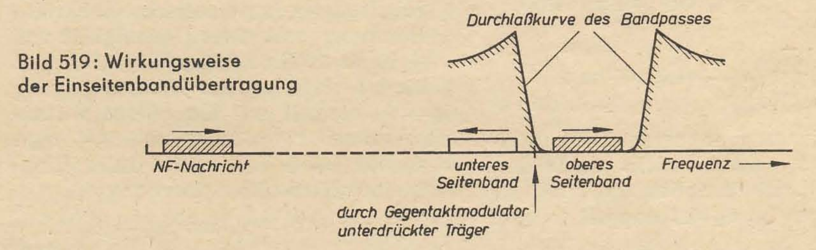
Bild 518: Blockschaltung eines Einseitenbandsenders mit unterdrücktem Träger



Einseitenbandübertragung

Mit Rücksicht darauf, daß die zu übertragende Nachricht bei Modulation doppelt erscheint (zwei Seitenbänder), kann man eine wesentliche Verringerung der Senderkanalbandbreite dadurch erzielen, daß nur ein Seitenband ausgestrahlt und übertragen wird. Das nicht übertragene Seitenband wird unterdrückt, wodurch die Kanalbreite auf die Hälfte sinkt. Das Einseitenbandverfahren eignet sich nicht für Frequenz- und Phasenmodulation, da hierbei die Seitenbänder nicht spiegelbildlich symmetrisch zum Träger liegen [vgl. Bild 375 und 376, RADIO UND FERNSEHEN Nr. 11 (1955) S. 349].

Bild 519: Wirkungsweise der Einseitenbandübertragung



Gleichzeitig kann auch der Träger unterdrückt werden, da er jetzt für die Übertragung keine Rolle spielt und im Empfänger erzeugt und überlagert werden kann. Das Unterdrücken des Trägers bringt verschiedene übertragungstechniche Vorteile mit sich:

1. Die Leistung der Seitenbänder kann auf das Achtfache gesteigert werden, da die Trägerleistung hierfür frei wird.
2. Die Empfangsverhältnisse können wesentlich verbessert werden. Der Empfänger kann, entsprechend der halben Kanalbreite, um den Faktor 2 selektiver gemacht werden. Dies hat eine erhebliche Herabsetzung des Störpegels (Rauschen) zur Folge und bedeutet eine Verstärkungserhöhung.
   Schwunderscheinungen und atmosphärische Störungen können nicht auftreten, da der Träger im Empfänger erzeugt wird. Allerdings muß dieser, um die Verständlichkeit nicht zu beeinträchtigen, auf ±10 bis 20 Hz genau sein.
3. Das Fehlen des Trägers bei der Übertragung gewährleistet eine gewisse Geheimhaltung bestimmter Funksprechverbindungen, weil für den Empfang die Kenntnis der Trägerfrequenz erforderlich ist.

Die effektive Leistungssteigerung eines Senders durch das Einseitenbandverfahren mit unterdrücktem Träger ergibt auf Grund der obengenannten Eigenschaften etwa den 20fachen Wert eines Senders mit Zweiseitenbandübertragung.

Die Blockschaltung eines einfachen Einseitenbandsenders zeigt Bild 518. Die Modulation einer leistungsarmen Trägerschwingung relativ geringer Frequenz (etwa 100 kHz) erfolgt in einem Gegentaktmodulator, der den Träger beim Modulationsvorgang unterdrückt, so daß nur die beiden Seitenbänder den Modulatorausgang erreichen. Durch das folgende Seitenbandfilter (meist Kristallfilteranordnungen) wird das obere Seitenband mit Regelfolge der Modulationsfrequenzen ausgesiebt und der Mischstufe zugeführt, wo mit Hilfe eines zweiten Oszillators die Frequenzumsetzung auf die gewünschte Betriebsfrequenz erfolgt. Die anschließende Leistungsverstärkung muß durch einen HF-Verstärker in A- oder B-Betrieb vorgenommen werden ($\Theta \geqq 90°$).

Die mehrmalige Frequenzumsetzung ist aus Gründen der einfacheren Seitenbandsiebung erforderlich (Bild 519). Ist z. B. die Betriebsfrequenz $f_{tr} = 3$ MHz und beträgt die niedrigste Modulationsfrequenz $f_m = 300$ Hz, so lauten die beiden Seitenschwingungen $f_{tr} + f_m =$

[1]) Vgl. auch H. Frühauf, Moderne Verfahren der elektrischen Nachrichtenübertragung. Aufbau-Verlag, Berlin.

3,0003 MHz und $f_{tr} - f_m = 2{,}9997$ MHz. Die Trennung der sich nur um 0,02% unterscheidenden Frequenzen bereitet erhebliche Schwierigkeiten, da die besten Filter keine so steile Durchlaßkurve aufweisen. Mit $f_{tr} = 100$ kHz liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger: $f_{tr} + f_m = 100{,}3$ kHz, $f_{tr} - f_m = 99{,}7$ kHz und der relative Frequenzunterschied beträgt 0,6%.

Die Wirkungsweise des Gegentaktmodulators geht aus Bild 520 hervor. Auf die

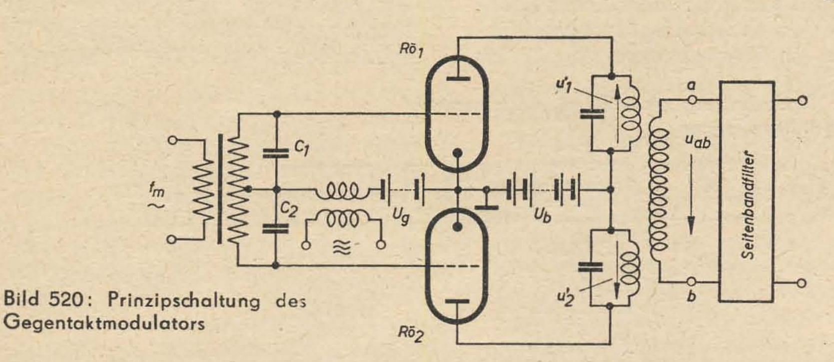


Bild 520: Prinzipschaltung des Gegentaktmodulators

beiden Gitter wird über die HF-Kondensatoren C_1 und C_2 die Trägerfrequenz f_{tr} gegeben. Mit Hilfe des Modulationsübertragers werden die beiden Röhren in Gegenphase moduliert:

$$u_1 = \hat{u}_{tr}\,(1 + m \cos \omega_m t) \cos \omega_{tr} t$$
$$u_2 = \hat{u}_{tr}\,(1 - m \cos \omega_m t) \cos \omega_{tr} t$$

Im Anodenkreis sind die beiden Spannungen gegeneinander geschaltet, so daß, bei vollkommener Symmetrie, auf der Sekundärseite nur die Differenzspannung wirksam ist:

$$u_{ab} \sim u_1 - u_2 = 2\,m\,\hat{u}_{tr} \cos \omega_{tr} t \cdot \cos \omega_m t. \qquad (261)$$

Nun ist aber nach Gleichung (174) [RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955) S. 218]:

$$\cos \omega_{tr} t \cdot \cos \omega_m t = \frac{1}{2} \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t + \frac{1}{2} \cos (\omega_{tr} - \omega_m) t.$$

Also

$$u_{ab} \sim m\,\hat{u}_{tr} \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t + m\,\hat{u}_{tr} \cos (\omega_{tr} - \omega_m) t. \qquad (261\,a)$$

Die Ausgangsspannung des Gegentaktmodulators u_{ab} enthält nicht die Trägerfrequenz ω_{tr}. Die Amplitude der Seitenschwingungen ($m\,\hat{u}_{tr}$) ist doppelt so groß wie bei mitausgestrahltem Träger $\left(\frac{m}{2}\,\hat{u}_{tr}\right)$. Die Leistung der beiden Seitenschwingungen beträgt:

$$\mathfrak{N}_s = 2\,m^2\,\hat{u}_{tr}\,\hat{i}_{tr}, \qquad (262)$$

und mit $\hat{u}_{tr}\,\hat{i}_{tr} = 2\,\mathfrak{N}_{tr}$ gilt weiter:

$$\mathfrak{N}_s = 4\,m^2\,\mathfrak{N}_{tr}. \qquad (262\,a)$$

Sie ist also achtmal so groß wie bei mitausgestrahltem Träger [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955) S. 219]. Bei Abschaltung des Mikrofons (Gesprächspausen) ist $m = 0$ und damit nach Gleichung (261) auch $u_{ab} = 0$, das heißt, es findet keine Ausstrahlung statt. Entsprechend der Krümmung der Röhrenkennlinien entstehen, ähnlich wie bei der Eintaktmodulation, höhere Harmonische der Modulationsfrequenzen, die Verzerrungen der Übertragung zur Folge haben [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955) S. 220]. In ähnlicher Weise wirken auch die oft verwendeten Doppelgegentaktschaltungen (Ring- und Sternmodulatoren) mit Kupferoxydulgleichrichterzellen oder neuerdings auch mit Kristalldioden[1]).

Beim Empfang sind zum Zusetzen der Trägerschwingung grundsätzlich zwei Möglichkeiten vorhanden:

1. Man erzeugt die Trägerfrequenz im Empfänger durch einen selbständigen Hilfsoszillator. Zum Vermeiden von Verzerrungen müssen sowohl die Sender- als auch die Hilfsoszillatorfrequenz außerordentlich konstant sein. Bei kurzen Wellen führt dieses Empfangsverfahren zu Schwierigkeiten, da sich hier eine derartige Frequenzkonstanz nicht einfach erreichen läßt.
2. Zweckmäßiger ist es, die Empfängersynchronisierung durch eine Steuerschwingung des Senders (Trägerfrequenz sehr geringer Leistung) vorzunehmen, die mit ausgestrahlt wird. Man verwendet die Steuerfrequenz zur Synchronisierung der vom Hilfsoszillator erzeugten Trägerfrequenz. Dies kann von Hand oder durch selbsttätige Schaltungen (automatische Scharfabstimmung) mit einer Genauigkeit von ±10 bis 20 Hz erfolgen.

Die Überlagerung der Hilfsschwingung $e_{tr} = \hat{e}_{tr} \cos \omega_{tr} t$ mit der oberen Seitenschwingung $u_m = m\,\hat{u}_{tr} \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t = \hat{u}_m \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t$ ergibt beim Empfang eine allgemeine Schwebung e:

$$e = \hat{e}_{tr} \cos \omega_{tr} t + \hat{u}_m \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t. \qquad (263)$$

Schreiben wir für $\cos (\omega_{tr} + \omega_m) t$ nach den Gesetzen der Trigonometrie:

$$\cos (\omega_{tr} + \omega_m) t = \cos \omega_{tr} t \cdot \cos \omega_m t - \sin \omega_{tr} t \cdot \sin \omega_m t,$$

so ist

$$e = \hat{e}_{tr}\left(1 + \frac{\hat{u}_m}{\hat{e}_{tr}} \cos \omega_m t\right) \cos \omega_{tr} t - \hat{u}_m \sin \omega_{tr} t \cdot \sin \omega_m t. \qquad (263\,a)$$

Der Ausdruck

$$\hat{e}'_{tr} = \hat{e}_{tr}\left(1 + \frac{\hat{u}_m}{\hat{e}_{tr}} \cos \omega_m t\right) \qquad (264)$$

der obigen Gleichung entspricht durchaus dem Ausdruck (222) [RADIO UND FERNSEHEN Nr. 15 (1955) S. 473] und kann in der gleichen Weise durch Gleichrichtung demoduliert werden. Das Glied $-\hat{u}_m \sin \omega_{tr} t \cdot \sin \omega_m t$ kann mit Hilfe der trigonometrischen Beziehung

$$\sin \omega_{tr} t \cdot \sin \omega_m t = \frac{1}{2} \cos (\omega_{tr} - \omega_m) t - \frac{1}{2} \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t$$

auch geschrieben werden:

$$-\hat{u}_m \sin \omega_{tr} t \sin \omega_m t = \frac{\hat{u}_m}{2} \cos (\omega_{tr} + \omega_m) t - \frac{\hat{u}_m}{2} \cos (\omega_{tr} - \omega_m) t. \qquad (265)$$

Es stellt also eine zusätzliche phasenmodulierte Schwingung dar, weil die beiden Seitenfrequenzen in Gegenphase sind [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 11 (1955) S. 349]. Sie stört den Empfangsvorgang nicht, da die Demodulation nur in bezug auf die Amplitude einer Schwingung wirksam ist. Andererseits kann durch die Wahl einer hohen Hilfsspannung ($\hat{e}_{tr} \gg \hat{u}_m$) die Phasenmodulation der Schwebung vernachlässigbar klein gehalten werden.

Das Einseitenbandverfahren findet im allgemeinen bei Rundfunkübertragungen keine Anwendung. Der Hauptgrund hierfür ist der erhöhte Aufwand am Empfänger durch das Zusetzen des Trägers, der den Empfangsapparat wesentlich verteuert. Das Verfahren kommt daher nur bei kommerziellen Funkverbindungen zur Anwendung.

Mehrfachausnutzung des Senderkanals

Ähnlich wie bei der leitungsgebundenen Übertragungstechnik kann man auch eine drahtlose Verbindung mehrfach ausnutzen (Bild 521, Heft 15). Liegt zum Beispiel ein Senderkanal von ±4,5 kHz vor und benötigt man zur Übertragung der Sprache das Frequenzband von 300 bis 2400 Hz, so bleibt zunächst unterhalb 300 Hz ein Frequenzband verfügbar. In diesem kann gleichzeitig ein tonloser Telegrafiekanal (Gleichstromzeichen) betrieben werden (Unterlagerungstelegrafie, UT). Weitere Telegrafiekanäle lassen sich über den Sprachfrequenzen aufbauen (Überlagerungstelegrafie, ÜT). Dies erfolgt durch Tasten der über 2400 Hz liegenden Tonfrequenzen.

Der Abstand der einzelnen tönenden Telegrafiekanäle ist gleich der Bandbreite einer tonlos getasteten Schwingung von rund 150 Hz, weil man diesbezüglich die getastete Tonfrequenz als niederfrequenten Träger auffassen kann, der lediglich die Frequenzumsetzung bewirkt. Im Rest des Senderkanals 4500 — 2400 = 2100 Hz lassen sich also rund 10 tönende Telegrafiekanäle unterbringen (Bild 522, Heft 15). Bei Einseitenbandübertragung steht das ganze Band von 9 kHz zur Verfügung, so daß zwei Fernsprechkanäle und 20 ÜT-Kanäle untergebracht werden können; der zweite Sprechkanal muß allerdings in eine etwas höhere Frequenz umgesetzt werden, damit gegenseitige Störungen mit dem ersten Sprechkanal vermieden werden.

Wird fortgesetzt

[1]) Vgl. auch O. Henkler, Überlagerung und Modulation, DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 6 (1953) S. 176 bis 181.

Literaturkritik und Bibliographie

Ing. H. W. Fricke

Der Rechenschieber

4., verbesserte und erweiterte Auflage
Fachbuchverlag Leipzig, 1955
183 Seiten, 134 Bilder, DIN B 6
Halbleinen 2,85 DM

Eines der universellsten Arbeitsmittel für Wissenschaftler, Ingenieure, Techniker und Facharbeiter aller Industriezweige ist zweifellos der Rechenschieber. Besonders in der Hand des Facharbeiters leistet er eine nicht zu unterschätzende Hilfe bei der Steigerung der Arbeitsproduktivität, indem seine richtige und zweckmäßige Anwendung viel Arbeitszeit einspart. Ein vielseitig anwendbares Werkzeug kann der Rechenschieber aber nur dann sein, wenn sein Benutzer die mathematischen Voraussetzungen für seinen Gebrauch beherrscht. Wie groß die Notwendigkeit nach einer solchen mathematischen Anleitung zum Rechenschieberrechnen ist, hat der überaus rasche Absatz der ersten drei Auflagen des kleinen Werkes von Fricke, dessen vierte, verbesserte Ausgabe nunmehr vorliegt, bewiesen.

Nach einer ausführlichen, an einigen Stellen etwas langatmigen Behandlung der Logarithmen werden das Entstehen der logarithmischen Skala, die Theorie und der Aufbau des Rechenschiebers erläutert. Die dann folgende Beschreibung der Arbeit mit dem Rechenschieber wird durch zahlreiche Fotos und Rechenbeispiele gut unterstützt. Der Verfasser ist bemüht, dem Leser recht viele Rechnungsmöglichkeiten mit den verschiedensten Rechenschiebersystemen zu erklären. Neben dem Multiplizieren und Dividieren auf einfachen Rechenschiebern sowie mit Hilfe der Reziprokskala, kombinierten Multiplikationen und Divisionen, dem Berechnen konstanter Verhältnisse und Proportionen, Quadrieren und Radizieren kann sich der Leser auch über die Anwendung des Rechenschiebers beim Rechnen mit Winkelfunktionen, dekadischen und natürlichen Logarithmen, Potenzen und Wurzeln mit hohen und gebrochenen Exponenten, hyperbolischen Funktionen, den Teilungen $\pi \cdot x$ und $\frac{1}{\pi \cdot x}$ grundsätzlich informieren. Ein besonderer Abschnitt ist dem Rechnen mit festen Marken und der Auswahl des richtigen Rechenschiebers gewidmet.

Dieses kleine mathematische Werk kann besonders als Hilfsmittel für den Unterricht an Berufs- und Fachschulen, in Qualifizierungslehrgängen und nicht zuletzt für das Selbststudium eines jeden Gesellen, Meisters und Facharbeiters empfohlen werden.

Einige Druckfehler sollten noch in der vorliegenden Auflage auf einem Berichtigungsblatt berücksichtigt werden. *Epp*

Dipl.-Ing. P. A. Neeteson

Elektronenröhren in der Impulstechnik

Philips Technische Bibliothek, 1955
175 Seiten, 145 Bilder

Die zunehmende Bedeutung der Radartechnik und die Notwendigkeit, kostspielige Nachrichtenübertragungslinien so weitgehend wie möglich durch die gleichzeitige Übertragung einer Vielzahl von Nachrichten auszunutzen, hat die Beachtung der Möglichkeiten, die die Technik kurzzeitiger Strom- und Spannungsstöße, die Impulstechnik, bietet, mehr und mehr in den Vordergrund des Interesses der Nachrichtentechniker gerückt. Die Elektronenröhre stellt infolge der äußerst geringen Trägheit ihrer Steuerungsvorgänge auch für diese Technik eines der wichtigsten Bauelemente dar.

Der Verfasser hat sich der notwendigen und dankenswerten Aufgabe unterzogen, das Verhalten der Elektronenröhre und der mit ihr zusammenarbeitenden Schaltung einer eingehenden theoretischen Betrachtung zu unterziehen, speziell im Hinblick auf das Verhalten beim Betrieb mit kurzzeitigen Spannungs- bzw. Stromstößen.

Die Beherrschung der Theorie der elektrischen Schaltvorgänge ist eine der wichtigsten theoretischen Voraussetzungen zum Verständnis und zur Handhabung der Impulstechnik. Die klassische Methode ihrer Behandlung mit Differentialgleichungen führt in vielen Fällen zu recht schwierigen und langwierigen Rechnungen. Die von O. Heaviside empirisch eingeführte und von Laplace theoretisch begründete und erweiterte Operatorenrechnung gibt dem Ingenieur und Physiker die Möglichkeit, besonders vorteilhaft auf dem Gebiete der rechnerischen Behandlung von Einschwingvorgängen seine Rechnungen abzukürzen und übersichtlich zu gestalten. Der vom Verfasser eingeschlagene Weg, derartige Vorgänge zu behandeln, setzt allerdings die Kenntnis der Anfangsgründe und der Methodik der Operatorenrechnung bzw. der Laplace-Transformation voraus. Das in das Buch eingefügte kurze Kapitel „Operatorenrechnung" vermag dem Leser wohl einige Regeln dieser Rechenmethode zu vermitteln, kann jedoch nicht den Schlüssel zu ihrem Verständnis ergeben. Das Gleichsetzen der Ergebnisse der Lösungen der entsprechenden Differentialgleichungen mit denen der Operatorenrechnung vermag nur den mit dieser Rechenmethode vertrauten Leser zu befriedigen und ihm verständlich zu werden. Es wäre zweckmäßig gewesen, an dieser Stelle des Buches etwas eingehender auf die mathematischen Grundlagen der Laplace-Transformation einzugehen.

Die folgende eingehende Betrachtung der Elektronenröhre im Zusammenwirken mit ihren Schaltelementen geschieht in einer übersichtlichen und verständlichen Weise. Recht eingehend wird beim Aussteuerungsvorgang der Röhre auch der Einfluß des Gitterstromes behandelt. Ausgehend von einer ganz groben Annäherung der tatsächlichen Verhältnisse durch Annahme einer unendlich großen Steilheit der Gitterstromkennlinie bei der Gittervorspannung Null, also einem Kurzschluß für die aussteuernde Spannung bei diesem Wert der Gittervorspannung, werden die Annahmen zur Rechnung weiter und weiter verfeinert und der Wirklichkeit angenähert. Es ist ein Kennzeichen der weitaus meisten Impulsschaltungen, daß sie die Elektronenröhre im Gegensatz zur normalen Technik der Verstärkung von Wechselspannungen als Schalter benutzen. Einmal arbeitet die Röhre dann mit so großer negativer Gittervorspannung, daß ihr Anodenruhestrom Null ist. Anodenstrom fließt dann nur kurzzeitig bei Aussteuerung durch Impulsspannungen. In diesem Falle spricht man vom Einsatz der Röhre als Arbeitsstromröhre. Im zweiten Falle betreibt man die Röhre mit vollem Anodenstrom, also mit der Gittervorspannung Null oder leicht negativem Gitter. In diesem Falle handelt es sich um einen Betrieb als Ruhestromröhre. Auf diesen unterschiedlichen Einsatz der Elektronenröhre in Impulsschaltung geht der Verfasser bei Betrachtung des Einflusses des Gitterstromeinsatzes ausführlich ein. Eine Reihe von Schaltungsbeispielen von Gittereingangsschaltungen werden zum Verständnis der Theorie ausführlich durchgerechnet.

In ähnlich gründlicher Art werden die Vorgänge auf der Anodenseite behandelt. Hierbei wird in getrennten Abschnitten des Buches sowohl auf das Verhalten der Triode und der Pentode als auch auf die nachfolgende Schaltung eingegangen. Die Eigenart der Kennlinienfelder und das sich daraus ergebende unterschiedliche Verhalten beider Röhrenarten auf die anodenseitige Schaltung macht diese getrennte Behandlung notwendig und zweckmäßig.

Die zweite Hälfte des Buches ist einer eingehenden Betrachtung und Durchrechnung dreier besonders instruktiver Grundschaltungen der Impulstechnik, dem bistabilen, dem monostabilen und dem astabilen Multivibrator gewidmet. Die Berechnungsergebnisse aus der theoretischen Behandlung der Schaltung werden jeweils mit Meßergebnissen verglichen. Dies geschieht in anschaulicher und verständlicher Weise. Besonderes Augenmerk wird auch in diesem Teil des Buches auf das Verhalten der Elektronenröhre als Bestandteil der Schaltungen gerichtet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das vorliegende Buch eine äußerst wertvolle Bereicherung des Schrifttums darstellt, das den Einsatz der Elektronenröhre zur Grundlage hat. Der Verfasser hat es ausgezeichnet verstanden, die Besonderheiten dieses Einsatzes der Elektronenröhre in Impulsschaltungen herauszuarbeiten. Die Lektüre des Buches wird dem auf diesem modernen Gebiet der Nachrichtentechnik arbeitenden Ingenieur viel Wertvolles bieten und dem Studierenden wertvolle Einblicke in ein modernes Anwendungsgebiet der Elektronenröhre gewähren können. *Kutzsche*

Dieses Buch ist nur durch Kontingent über den zuständigen Kontingentträger zu beziehen.

Elseviers Fachwörterbuch für Fernsehen, Funkortung und Antennen

Bearbeitet von W. E. Classon
R. Oldenbourg, München, 1955
760 Seiten, 2456 Wortstellen

Elsevier's Vielsprachenwörterbücher bilden eine neue Reihe technischer Fachwörterbücher für verschiedene Gebiete der Wissenschaft und Industrie. Als erster Band dieser Reihe erschien das Fachwörterbuch für Fernsehen, Funkortung und Antennen. Es folgen die Bände:
Fachwörterbuch der Kinotechnik, Akustik und Musik,
Fachwörterbuch der Elektronik und der Wellenleiter,
Fachwörterbuch der Verstärker-, Sender- und Empfangstechnik,
Fachwörterbuch der Meß- und Regeltechnik,
Fachwörterbuch für Gummi und Kautschuk
usw.

Jeder dieser Bände bringt Übersetzungen der Begriffe aus dem Englisch-Amerikanischen — wobei die englischen und amerikanischen Ausdrücke klar getrennt werden — in mindestens fünf Sprachen.

Das Hauptverzeichnis des Bandes für Fernsehen, Funkortung und Antennen enthält auf der linken Seite die alphabetisch geordneten englischen Begriffe mit einer kurzen Definition in Englisch; auf der rechten Seite findet man die entsprechenden Übersetzungen in Deutsch, Französisch, Italienisch, Niederländisch und Spanisch. Ferner ist für alle Sprachen ein eigenes alphabetisches Wörterverzeichnis vorgesehen, dessen Kennziffern auf das Hauptverzeichnis verweisen.

Es entsteht bei diesem Werk die Frage, ob für den technischen Übersetzer, der dieses Buch in erster Linie benutzen wird, nicht ein Wörterbuch für eventuell nur drei Sprachen, aber für ein erweitertes Fachgebiet zweckmäßiger ist. *Blodszun*

Dieses Buch ist nur durch Kontingent über den zuständigen Kontingentträger zu beziehen.

Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. Wilfried Berger

Das elektrische Auge

Jakob Schneider Verlag, Berlin-Tempelhof
64 Seiten, 47 Bilder

Der Verfasser gibt mit diesem Büchlein eine Einführung in die Verwendung der Fotoelemente. In geschickter Art reiht er technische und wissenschaftliche Erläuterungen und kleine praktische Anwendungen aneinander. Die Anwendungsbeispiele sind so ausgewählt, daß dafür nur die geringsten technischen Mittel erforderlich sind.

Es wird u. a. beschrieben, wie man sich ein einfaches Luxmeter oder einen Farbtemperaturmesser selbst baut und wie das Fotoelement zum Aufladen von Akkumulatoren verwendet werden kann; hier findet man auch ein komplettes Schaltbild eines Rundfunkempfängers, der nur mit Licht betrieben wird.

Ein großer Teil des Inhalts ist dem Fotoelement selbst gewidmet: seinem Aufbau, seiner Arbeitsweise und auch den Eigenschaften, die durch einige Kurven erläutert werden.

Obwohl der Verfasser das Bändchen nur für die experimentierende Jugend geschrieben hat, dürfte es auch vielen Technikern und Ingenieuren noch Wissenswertes vermitteln.

Dieses Buch ist nur durch Kontingent über den zuständigen Kontingentträger zu beziehen.

Chronik der Nachrichtentechnik

Von Dipl.-Ing. HANS SCHULZE-MANITIUS

1893

Der Chefingenieur des Londoner Haupttelegrafenamtes, Preece (siehe 1892), stellt weitere Versuche zur drahtlosen Übertragung telegrafischer Zeichen an.

1893

Nikola Tesla beginnt in seinem Laboratorium mit Versuchen, elektrische Energie ohne Drahtleitung zu übertragen. Er erkannte hierbei die Bedeutung der Resonanz zwischen Sender und Empfänger, und es gelang ihm, auf größere Entfernungen Glühlampen ohne Drahtverbindung zum Leuchten zu bringen.

1893

Der kanadische Physiker R. A. Fessenden wird zum Professor der Elektrotechnik an der Western University in Philadelphia ernannt.

1894

Majorana schlägt zur Bildzerlegung an Stelle der kostspieligen Linsenscheiben in der „Ellettricista" zwei in entgegengesetztem Sinne rotierende Zerlegerscheiben mit radialen Schlitzen vor. Doch auch dieser Vorschlag ließ sich nicht praktisch verwirklichen.

1894

Der irische Elektroingenieur William du Bois Duddel erfindet die „sprechende Bogenlampe" und schafft damit die Grundlage für die Entwicklung des 1903 von dem dänischen Physiker Valdemar Poulsen erfundenen Lichtbogensenders in der drahtlosen Telegrafie.

1894

Emil Rathenau, der spätere Gründer der AEG, stellt weitere Versuche zur drahtlosen Übertragung telegrafischer Zeichen an.

1894

Der englische Physiker Oliver Joseph Lodge erklärt die elektrische Klingel oder eine ähnliche Vorrichtung als das geeignetste Mittel zur Kenntlichmachung von elektrischen Schwingungen, da diese Klingel so aufgestellt werden kann, daß ihr Klöppel bei jeder Bewegung einen leichten Schlag gegen die Kohärer-Röhre führt („Kohärer" von to cohere = zusammenhängen). Dieser Schlag genügt, um die kaum begonnene Wirkung der elektrischen Schwingungen wieder aufzuheben und den Apparat für eine neue Wirkung empfänglich zu machen. Solange elektrische Schwingungen auf den Kohärer fallen, ertönt die in seinem Stromkreis eingeschaltete elektrische Klingel; sobald diese Schwingungen erlöschen, verstummt sie.

Lodge konnte mit seinen Apparaten bereits Schwingungen erzeugen, die er durch die Mauern seines Laboratoriums hindurch feststellen konnte.

1894

Rabourdin veröffentlicht im „Cosmos" die Beschreibung eines mit thermoelektrischen Elementen auf der Geberseite und mit elektromagnetisch betätigten Lichtsteuerblenden auf der Empfängerseite arbeitenden Vielzellenfernsehers.

1894

Der russische Physiker und Radiotechniker Alexander Stepanowitsch Popow lernt die Untersuchungen von Lodge und Hertz über hochfrequente elektrische Schwingungen kennen. Er stellte sich daraufhin die Aufgabe, die Hertzschen Versuche mit dem soeben erfundenen Kohärer (siehe 1890, 1891) zu wiederholen und hierbei größere Entfernungen anzuwenden. Dabei machte er die Beobachtung, daß sich elektrische Schwingungen längs von Drähten fortpflanzen. Diese Entdeckung veranlaßte ihn, Leitungsdrähte senkrecht in die Luft emporzuführen, damit sich an diesen die elektrischen Wellen ausbreiten sollen. Zu diesem Zweck ließ er über dem Garten seines Hauses mehrere Tage lang zwei kleine Ballons schweben, um an diesen die Luftdrähte möglichst hoch emporzuheben. Popow schuf damit die ersten Antennen. Er wird sich damals aber kaum eine schon richtige Vorstellung von der Wirkung eines Antennendrahtes gemacht haben, war aber einer der ersten Forscher, der unabhängig von Marconi bereits mit Antennen arbeitete.

Im gleichen Jahre erfand Popow ein neues Gerät zur Wahrnehmung der Hertzschen Wellen, das Radiometer.

1894

Der 20jährige Marconi, der sich in Physik und Chemie bereits ein so gründliches Wissen angeeignet hatte, daß er dieses durch selbständige Versuche ausbauen und vervollständigen wollte, weilt mit seinen Brüdern in den Bergen von Biellese in den italienischen Alpen. Dort faßte er in einer schlaflosen Nacht den Plan, durch den Äther elektrische Signale von einem Ort zum anderen zu senden. Diese Idee war ihm nach der Lektüre einer italienischen Zeitung gekommen. Er kam, besonders auch nach der Betrachtung der Leistungen von Heinrich Hertz, zu der Überzeugung, daß drahtlose Telegrafie möglich und nicht nur ein Traum der Erfinder sei. Nachdem er jede Einzelheit genau durchdacht hatte, ging er an die Verwirklichung seiner Pläne.

1894

Der englische Physiker Sir Oliver Lodge zeigt in der „Royal Institution" erstmalig das Modell eines Sende- und Empfangsapparates für drahtlose Telegrafie.

1. 1. 1894

Der Physiker Heinrich Hertz (geb. 1857) stirbt 37jährig in Bonn.

Seine Arbeiten würden auch dann in der Geschichte der Wissenschaften unvergessen bleiben, wenn sie nicht zu der Entwicklung eines so wichtigen Sondergebietes wie der Radiotechnik geführt hätten. Hertz selbst dachte noch nicht an die technische Anwendung seiner Arbeiten, und er starb, bevor andere Forscher auch nur die ersten Versuche zur Übertragung von Zeichen mit Hilfe elektrischer Wellen unternahmen. Trotzdem baut sich die heutige Radiotechnik ganz auf seinen grundlegenden Versuchen auf, so daß Heinrich Hertz als der geistige Vater der Radiotechnik anzusprechen ist, wie dies auch A. S. Popow bei seiner im März 1896 durchgeführten ersten Radiosendung der Welt in einer so vornehmen Weise anerkannte (siehe März 1896).

Herbst 1894

Nachdem seine Familie in die Villa Griffone zurückgekehrt war, beginnt Guglielmo Marconi in zwei großen Zimmern dieser Villa mit seinen Versuchen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegrafie, wobei er besonders auch von seiner Mutter unterstützt wurde. Da seine Apparate noch nicht mit der notwendigen Präzision gearbeitet waren, führten seine Versuche nicht immer zu dem erhofften Erfolg. Marconi fußte auf den Versuchen von Heinrich Hertz. Dieser hatte, um die von einem Oszillator ausstrahlenden Wellen zu entdecken, einen Metallreifen benutzt, der an einer Stelle nur ganz wenig geöffnet war. Wurde dieser Reifen durch die Tätigkeit des Oszillators der Einwirkung einer elektrischen Störung ausgesetzt, so übersprangen winzige Funken diese Lücke. Nach der Theorie von Hertz war dies aber noch kein Beweis dafür, daß in den Äther ausstrahlende elektrische Wellen mit einem Metallreifen aufgefangen werden können. Diese Theorie machte sich Marconi zunutze.

8. 9. 1894

Der Physiker und Physiologe Hermann von Helmholtz (geboren 1821), der eine umfassende Elektrizitätslehre aufgestellt, eine Klangzergliederung mit Resonatoren entwickelt, den Augenspiegel erfunden, dem von J. R. Mayer 1842 zuerst ausgesprochenen Gesetz von der Erhaltung der Energie eine genaue Begründung und einen streng mathematischen Ausdruck gegeben hatte und seit 1888 Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg gewesen war, stirbt in Charlottenburg im 74. Lebensjahre.

13. 10. 1894

Erich Rathenau besucht im Auftrage seines Vaters den Staatssekretär Heinrich von Stephan, um ihm über die ersten deutschen Versuche mit drahtloser Telegrafie zu berichten, die er auf dem Wannsee durchgeführt hatte (siehe Sommer 1892). Auf das Schreiben von Emil Rathenau notierte Stephan für seinen Sekretär: „Schreiben Sie ihm, ich wäre gern bereit, seinen Sohn Sonnabend, den 13. ½12 Uhr zu empfangen." — Seitdem wurde die drahtlose Telegrafie durch den ungewöhnlich fortschrittlich eingestellten Staatssekretär Stephan und durch das Deutsche Reich ununterbrochen gefördert.

1895

Der Russe Alexander Popow erzielt eine selbsttätige Aufzeichnung luftelektrischer Gewitterentladungen mit dem von Branly 1890 entwickelten „Kohärer", dessen einer Pol an einen Blitzableiter angeschlossen, während der andere Pol geerdet war. Dieser an der Forstakademie in Kronstadt erzielte Erfolg ist als Urtyp aller späteren funkentelegrafischen Empfängeranordnungen anzusehen. Mit dem von ihm entwickelten ersten Radioempfänger der Erde konnte er elektromagnetische Schwingungen auf größere Entfernungen wahrnehmen. Er nannte sein Gerät „Gewitteranzeiger" und verwendete bei diesem zum ersten Male in der Geschichte der Funktechnik die von ihm 1894 erfundene Antenne.

1895

Schöffler entwickelt ein Verfahren der Bildübertragung durch Fernseher, bei dem die notwendige Phasenkorrektur dadurch selbsttätig erfolgte, daß er zwei Selenzellen vorsah, die bei richtiger Phasenlage unbelichtet blieben, jedoch beim Abweichen vom Synchronismus infolge Verschiebung der Dunkelstellen beleuchtet wurden, wonach die Drehzahl der Bildschreibvorrichtung über Relais positiv oder negativ beeinflußt wurde. Dieses Verfahren wurde 1916 von Mihaly verwendet.

1895

Karl Strecker unternimmt weitere Versuche zur drahtlosen Übertragung von telegrafischen Zeichen. Beträchtliche Fernwirkungen konnten jedoch erst dann erzielt werden, als an Stelle der bei diesen Versuchen (siehe 1838 von Steinheil, 1849 von Wilkings, 1892 von Edison, 1893 von Preece und 1894 von Rathenau) zur Anwendung gekommenen verhältnismäßig langsamen elektrischen Ladungen und Entladungen die schnellen elektrischen Oszillationen (Schwingungen) verwendet wurden, die durch den elektrischen Funken hervorgerufen werden. Deren Ergründung war das Verdienst des deutschen Physikers Heinrich Hertz (siehe 1887).

Strecker stellte im Hinblick auf die Möglichkeit einer drahtlosen Telegrafie innerhalb der Kontinente Versuche an, unter alleiniger Benutzung des Wassers oder der Erde telegrafische Zeichen über große Entfernungen zu senden (siehe 1896).

1895

Es wird ein primitives Verfahren erfunden, durch das Bilder und insbesondere Strichzeichnungen telegrafisch übertragen werden konnten. Es war die Methode des sogenannten Buchstabentelegramms, die sich durch besondere Einfachheit auszeichnete. Jede mechanische Apparatur war dadurch vermieden, daß die Auflösung der Zeichnung in elektrische Impulse nicht objektiv durch eine umfangreiche und teure Anordnung von Apparaten, sondern subjektiv durch eine Person bewerkstelligt wurde.

Aus diesem Buchstabentelegramm entwickelte sich später das Ziffernbildtelegramm, das nach denselben Grundprinzipien arbeitete.



LEIPZIGER MESSE

Mustermesse mit Angebot technischer Gebrauchsgüter

LEIPZIGER MESSEAMT · LEIPZIG C1 · HAINSTRASSE 18



Lichtstrahl-Oszillographen

3-Schleifen-Oszillographen · 4-Schleifen-Oszillographen · 8-Schleifen-Oszillographen

Elektronen-Oszillographen

Einstrahl-Oszillographen · Zweistrahl-Oszillographen · Piezoelektrische Meßeinrichtungen · Frequenzmodulierter Sender · Zeitmarkengeber · Elektronenschalter ·

Sonstige Geräte

Lichtblitzstroboskope · Funkenblitzgeräte · Elektrokardiographen · Zusatzableitungswähler für Elektrokardiographen · Fotoeinrichtungen zu Elektronenstrahl-Oszillographen · Telefonverstärker · Kinoverstärker Antennenverstärker · Magnettongeräte

Elektrostatische Voltmeter

für verschiedene Spannungen

RFT

VEB MESSGERÄTEWERK ZWÖNITZ